RESEARCH REPORTS · CAHIERS DE RECHERCHE

Canadian Transport Commission
Research Branch

Commission canadienne des transports
Direction de la recherche

Railway Costing: A Review

No. 1986/02E

Canada

RAILWAY COSTING: A REVIEW

by

G. Hariton

CANADIAN TRANSPORT COMMISSION
Research Branch
Report No. 1986/02E
October 1984

Version française disponible sous le titre
«Détermination des prix de revient du transport
par chemin de fer : Une revue», rapport nº 1986/02F.

First Printing, February 1987

Canadian Transport Commission
15 Eddy St., 15th floor, Ottawa-Hull K1A 0N9

©Minister of Supply and Services Canada 1987
Catalogue Number TT72-1986/02E
ISBN 0-662-15135-6

Printed in Canada

Commission canadienne des transports
Canadian Transport Commission

FOREWORD

George Hariton's Railway Costing: A Review has been produced in various forms as working papers. In response to persistent demand for the Review, the Research Branch is pleased to issue it as a Research Report. This review of the state-of-the-art is slightly more technical than most expositions on this topic; nevertheless, an effort has been made to avoid needless complications or algebraic formulae. It is intended to serve as a primer for non-specialists who want a better understanding of the strengths and shortcomings of existing railway costing systems. The discussion draws heavily on the Canadian railway costing system, with which the author is most familiar, for purposes of illustration. The general principles, however, are common to all such systems.

The idea for this paper came from Mr. M.S. Nanjundiah of the International Bank for Reconstruction and Development (World Bank); he also made numerous comments and suggestions on various drafts which resulted in a vastly improved paper. Mr. Ivan Murray of the Railway Transport Committee of the Canadian Transport Commission supplied the numbers for the numerical example given in Appendix B, reviewed and corrected the description of the Canadian costing system shown in the Annex to Appendix A, and also made helpful comments on the body of the paper. Dr. John Heads, also of the Railway Transport Committee, wrote Appendix A and also went through the entire paper in detail. Assistance on various sections was also provided by Mr. Julius Serafin and Mr. Andrew Mozes of the Research Branch. Nevertheless, inaccuracies and errors must remain the responsibility of the author.

A different and slightly longer version of this paper has been issued by the World Bank for use in developing countries; the present version is aimed at a Canadian audience. The views expressed herein are those of the author, and do not necessarily reflect the position of the Canadian Transport Commission.

R W. Lake
Executive Director
Research Branch

Canada

TABLE OF CONTENTS

Chapter 1 **INTRODUCTION** 1

Chapter 2 **CONCEPTS** 5

Chapter 3 **DATA BASE** 13

Chapter 4 **DEVELOPMENT OF COSTS** 19
- 4.1 Preprocessing of Data 19
- 4.2 Costing Relations 21
- 4.3 Specific and Unit Costs 24
- 4.4 Analysis of Traffic Blocks to be Costed 25

Chapter 5 **CONCLUSION** 27
- 5.1 An Adequate Data Base 27
- 5.2 Methods of Preprocessing the Data 28
- 5.3 Estimation of Specific and Unit Costs 29
- 5.4 Costing of Traffic Blocks 31

Appendices 35

A Canadian Railway Costing System 37

B Numerical Example 63

C Cost of Capital Issues 71

D Price Indices 77

E The Econometric Approach 81

Chapter 1

INTRODUCTION

The purpose of the present paper is to summarize the state-of-the-art of railway costing, drawing on the experience of various countries which have put such costing systems into place and are using them in the management of their railways. As such, this paper is a summary and update of a study carried out from 1977 to 1979 by the Canadian Transport Commission.[1]

Knowledge of railway costs is essential if a railway is to be operated as a commercial enterprise. The management of a railway is continuously faced with a series of decisions it must make; efficiency and commercial viability require that such decisions take into account the consequences as to costs.

Four main types of decisions, for which cost information is relevant, may be identified:

(a) decisions as to the "size" of the system, i.e. whether new lines should be constructed, or whether existing lines should be either upgraded or abandoned; costs are essential if cost/benefit analyses are to be performed to evaluate investment opportunities; costs are also essential to a cost-effectiveness approach which attempts to find the most economical way to furnish a given level of service;[2]

(b) decisions as to the operation of an existing system, i.e. the cost impact of changes in routing and scheduling, the trade-offs between slow, heavy and light, fast trains, introduction of "unit trains", etc.; it should be noted that costing systems can usually only address broad strategies and planning options; more detailed issues, e.g. maintenance cycles, etc., require special engineering studies;

(c) decisions as to marketing of services, i.e. which traffic is likely to be profitable and should be pursued, which traffic is very costly to handle by rail and should be discouraged by the impact of different traffic mixes; as well, the identification of temporary or permanent excess capacity (e.g. empty backhaul) may lead to the development of traffic so as to take advantage of the low costs of using the excess capacity;

(d) decisions as to setting prices; in general, revenues should be sufficient to at least cover the relevant costs, and to ensure that the traffic or service in question is profitable; departures from this principle will require either cross-subsidies from profitable traffic or direct subsidies (or an increased deficit) to be paid by the government; while some cross-subsidies are inevitable, and some direct subsidies may be desirable for social reasons, e.g. as transitional measures in rationalizing service, decisions will be better informed if the size of the subsidies is identified.

The investment, pricing, and operations management decisions outlined above are common to all railway systems that are operated on a commercial basis, whether they be transcontinental systems carrying a very large volume and complicated mix of traffic, or very simple small systems carrying a small amount of homogeneous traffic. Services and lines that are no longer economically competitive with other forms of transport should be identified, and either abandoned or specifically subsidized by some level of government, with a proper rationale for the subsidy.[3] For example, in Canada, a large branch line network with many stations was constructed in the early part of the century. With improved roads and modern trucks, many of these branch lines are now inefficient and could be abandoned. In some cases, where the branch lines are considered socially necessary, the federal government pays an explicit subsidy to the railway, covering the difference between the avoidable costs caused by traffic using the branch line and the revenues associated with this traffic. Similarly, in the United Kingdom, when certain passenger services are unprofitable, local authorities may contract with the railways to provide service; these contracts are usually based on the cost of service. In Canada and the United States, this "contracting out" of rail passenger service has gone so far as the creation of separate corporate entities (VIA and AMTRAK) devoted to this service.

Cost calculations are also very important in operational, marketing, and rate-setting decisions. In Canada, the railways since 1967 have had considerable autonomy in setting rates, as long as these rates lie within a "zone of reasonableness" of between 100% and 250% of variable costs.[4] The upper limit is set to prevent abuse by the railways of any monopoly power they may have, while the lower limit is set to prevent the railways from offering unprofitable services that will have to be compensated through cross-subsidies from other users. Similar cost-based zones of reasonableness for rates have recently been introduced in the United States.

Within the zones of reasonableness, Canadian railways may set general tariffs or may negotiate with large shippers or associations of shippers. The resulting rates will reflect many factors, but the cost to the railways of providing the service is usually a major consideration. As well, the railways' marketing departments will actively solicit traffic that they consider to be potentially profitable and will go so far as to give

assistance in developing that traffic. On the other hand, traffic that is not suited to rail carriage will be discouraged by high rates and by lack of marketing effort. In this commercial environment, the railways are thus free to concentrate on traffic for which they have a comparative advantage, and will tailor their services to these shippers' needs. Similarly, shippers will be conscious of the railways' operations and will, in their negotiations attempt to obtain a lower rate by modifying their shipping patterns to lower the costs to the railways. For example, discounts for large shipments lead to concentration of shipments and hence enable the railways to use unit trains. Similarly, demurrage charges encourage shippers to load and unload cars quickly, improving car cycles and permitting the railways to operate with fewer cars.

Service costing is also potentially useful to planners or forecasters of the economy as a whole. The transport sector is generally in competition with other sectors of the economy for scarce resources. In planning the economy, or government expenditures and intervention in the economy, costs of transport services are compared with benefits, including external effects on other sectors and social considerations, to the degree considered relevant. The results may influence government action, both in overseeing the operating management of transport firms, and in more direct government intervention in this sector. Within the transport sector, the cost of new investment may be justified in part by the benefits of reduced operating costs. In addition, service costing may help identify the comparative advantages of different modes; such advantages may guide both investment in the various modes and, through appropriate pricing policies, the use of the various modes by shippers and travellers.

Chapter 2

CONCEPTS

If costs of railway services are to provide meaningful inputs to decisions by railway management, the appropriate cost concept is that of **causal cost.** Any resource or asset can be put to work in a number of productive contexts. Thus, use in one situation precludes use elsewhere, and the alternative goods and services that could have been produced are sacrificed. A decision to offer a new or amended service, or to continue any existing service, **causes** alternatives to be foregone. For example, offering a new service may require capital plant and equipment to be put in place, operated, and maintained; the necessary resources will not be available to provide alternative services (rail service on other geographic locations, transport by another mode, or activity in another sector of the economy). Similarly, the decision to continue an existing service, rather than abandoning it, implies that resources will not be freed and so will not be devoted to other economic activity.

Clearly, the use of a resource or asset in a given manner causes a large number of alternatives to be foregone. The value of the resource or asset in its most desirable alternative use is called its **opportunity cost.** The notion of **avoidable cost**, used consistently in the following chapters, is in practice synonymous with opportunity costs; it denotes the costs that could be avoided if a course of action were not followed and the next most profitable course of action was followed instead, e.g. costs that are avoidable if a new service is not introduced or an existing service is abandoned. To some degree, the notion of avoidable or opportunity cost is subjective, depending on the set of alternatives the decision-maker chooses to consider. In practice, if there is a market for the resource or asset, a consensus develops as to its opportunity cost, and is reflected by the price of the asset in that market. If the market is distorted, shadow prices may be used to attempt to correct for such distortions.

The concept of causal costs as applied to railways is complicated by the nature of railway operations. A railway serves many types of traffic and many origin-destination pairs simultaneously. Furthermore, these multiple outputs are non-storeable and so the timing of their production is important as well. Thus, a railway produces a very large number of specific outputs: time-specific, place-specific, and traffic-type specific. In practice, individual decisions are rarely made about such detailed movements. Rather, individual traffic movements are aggregated into "blocks" of traffic or services, and these are treated as if they were homogeneous. The degree of aggregation used will depend upon the question being asked, i.e. the decision to be made.[5]

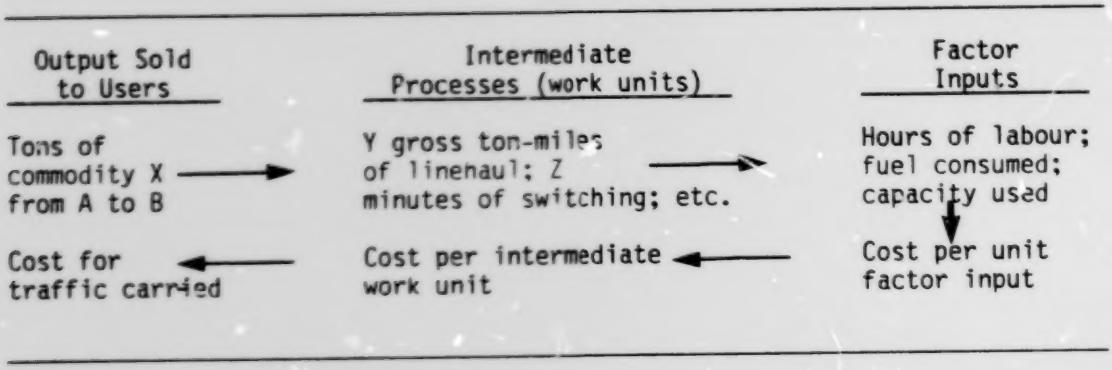
At the most detailed level, a specific one-time carload movement between two points may be costed. If a train is moving between the two points anyway and a spare car is available, the avoidable costs consist of

extra fuel, extra maintenance of the car and track/roadway, marshalling of the car, and some administrative expense. If ongoing movements are being considered, car ownership costs, and part of the locomotive and line capacity costs must be considered as well. At a yet higher level of aggregation, entire services may be considered as an output and costed, e.g. passenger service, coal traffic, or operation of specific lines or networks of lines in certain geographic locations. At the highest level of aggregation, the railway is considered as a single unit, and the avoidable costs are the savings if the entire railway is closed down.

When the railway is considered to be producing multiple outputs, it is often difficult to causally trace cost elements to one output rather than to another. For example, a number of services and types of traffic use the same roadway, signalling and switching facilities. The costs associated with these elements are then said to be common to the various outputs. Clearly, the greater the level of aggregation of output or service, the less the magnitude of common costs. Thus, the locomotive of a train is common to the different carloads transported on that train, but is specific if the train itself is taken as the unit of output. Similarly, track and roadway are common to the different types of traffic using them, but specific if one is taking service on the line itself as the basic unit to be costed. Ultimately, if the railway is considered as a whole, there is only one output, and common costs fall to zero: all costs recorded in the accounts are causally incurred by the existence of the railway.

Because of the existence of facilities and other inputs that are used in common to produce different traffic blocks, total costs cannot usually be related directly to the level of the different final outputs. Rather, it is more fruitful to consider the railway as a collection of intermediate activities or processes which, when combined, will serve to produce the output that is finally sold to users. Thus, a railway invests in and maintains way and track, signals, rolling stock, yards and terminals; and it also utilizes fuel, material and labour as required. These factor inputs are used to physically produce linehaul, classification and switching, terminal handling and other services, and billing and documentation, etc. These intermediate processes are then combined and offered to shippers or passengers in the form of transport from one point to another.

Once traffic is decomposed into intermediate processes, and hence factor inputs, the costs may be causally traced in the reverse direction. Starting with the necessary factor inputs and their costs, the costs of the intermediate processes can be estimated, and hence the costs of the traffic in question.



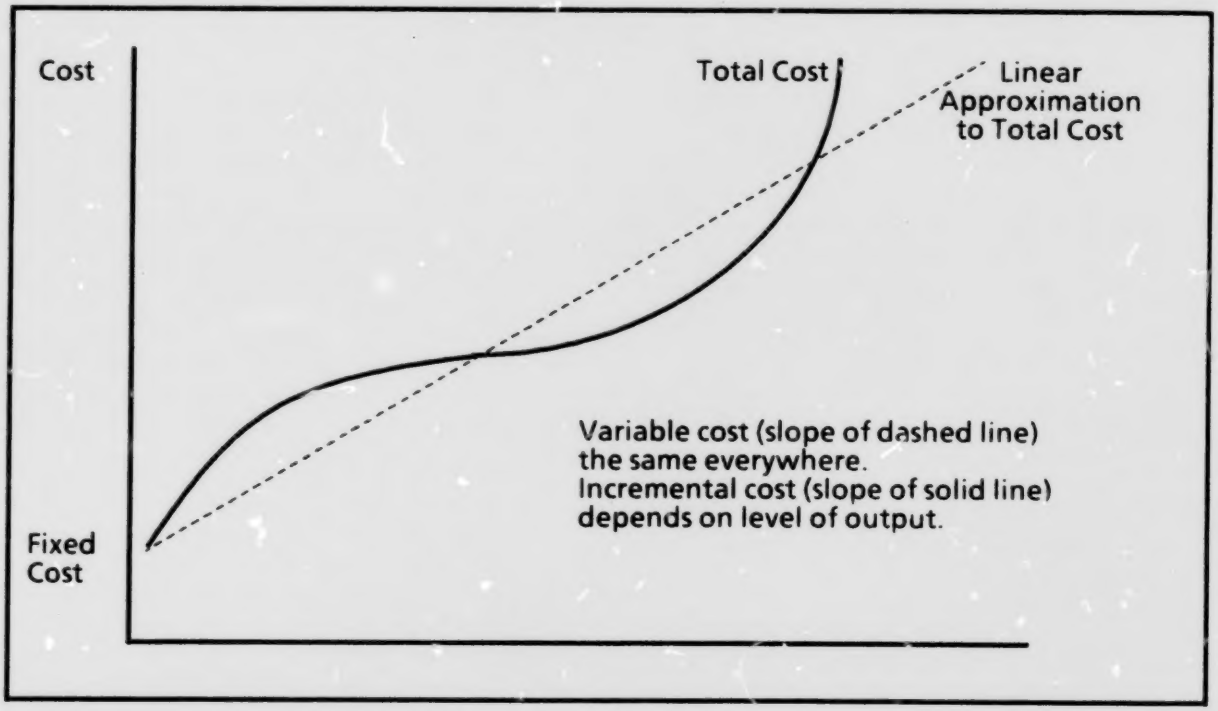
Costing systems usually concentrate on tracing the relationship from costs of factor inputs to costs of intermediate work units, and hence costs of traffic, i.e. of the output provided to users. Estimation of the costs of intermediate work units (often called "unit costs") usually requires the most effort, as this is the point where the problem of apportionment of joint costs must be resolved. At all times, however, the costing analysis must concern itself with understanding the underlying physical processes, and with defining and measuring the intermediate processes.

Now consider a specific service facility or intermediate process. Certain costs must be incurred if even a very small quantity of output is produced; these costs are called **fixed** or **constant**. For example, the expenses of maintaining a tunnel or of clearing snow from a line must be incurred if even a minuscule amount of traffic is carried on the line. Other costs vary with the size of the output, and are avoidable if output of the specific service is not increased (or is decreased). Thus, for example, for an ongoing coal movement, there are certain minimum terminal costs incurred regardless of the size of the movement; as the size of the movement grows, so do the terminal costs. Since the traffic blocks to be costed are made up of intermediate processes, it follows that the fixed costs cannot be identified with any traffic block and so do not enter into traffic costs.

Variable cost is defined as that part of total cost which would be avoidable if traffic levels varied; and **average variable cost** is the amount of variable cost defined by level of output, i.e. it is the amount of avoidable cost per unit of output, assuming that all units of output incur the same unit cost. Variable costs are sometimes interpreted to exclude certain line-related costs which do not vary with traffic volume, even though these costs are avoidable if the line in its entirety were abandoned or not built. **Incremental cost** is defined as the **extra** cost associated with a unit or block of output. Incremental cost, thus, depends on the existing level of output, to which the additional output must be added (or from which it would be subtracted). If costs increase linearly with output, then incremental costs are the same; this simplifying assumption has traditionally been made in rail costing. However, situations have been found where costs increase

more quickly than output, i.e. nonlinear cost relations (e.g. maintenance due to "heavy" axle loadings); in such cases, the appropriate cost concept is that of incremental cost, which no longer coincides with variable cost. In what follows, we avoid terminological difficulties by referring to avoidable costs throughout, meaning average variable costs in the linear case and incremental costs in the nonlinear case, and including line-related and other discontinuous avoidable costs.

Of course, if the decision is whether to continue or to abandon the entire service, the fixed cost becomes avoidable as well, and then the total cost is variable, or incremental (to the output level of zero).



In part, the demarcation between fixed and avoidable costs depends upon the time horizon addressed by the cost analysis. In the very short run (a few weeks), very few components will vary with traffic. Consistent with the assumption of an on-going system, all decisions will have been made and most resources will have been committed. For this short time frame, all costs but fuel consumption and the wages of hourly-rate operating employees might be fixed. Certain other costs, especially those of use-related maintenance, would appear to be fixed, but causally are not, since they will simply appear as expenses in a later time period. As the relevant time frame increases, fewer decisions are unchangeable and fewer resources are firmly committed. For example, over the medium term, the size and composition of the motive power and rolling stock fleet can be altered to meet the needs of

traffic, and associated operating policies can be modified. In the longer run, facilities can be expanded, contracted, or modified to meet the needs of the traffic. The costs of these facilities, both ownership and operating, all vary to some extent with output.

For example, a bridge is fixed in the short and medium run. In the long run, the capacity of the bridge can be expanded, if warranted by traffic increases; or the bridge may be allowed to run down and not be reconstructed, if traffic is shrinking and is expected to disappear. As another example, consider a one-time movement of a carload of freight. If a train is already scheduled at the right time and place, and if its length is not limited by size of sidings, the extra car can just be attached. In this very short term, most costs of the train are fixed — the extra car causes some extra fuel and maintenance expense, plus switching and terminal activity. Thus, in the short run, the cost is low if there is extra capacity (which can be considered fixed). If, on the other hand, the traffic were to be ongoing, it would be taken into account when planning trains and locomotive power, and so it would be causally responsible for a part of those costs in the medium or long run.

Hence, a distinction between the long run and the short run, where the costs in the long run are those that result when inputs are adjusted to change, is necessary. Again, the choice of long-run or short-run costs will depend upon the specific application. For example, in a dynamic context, where new investment may be needed, the relevant costs will be different from a situation in which traffic is short run in nature and uses spare capacity.

Special problems are caused by capital assets and expenditures. For current operating items, such as wages, fuel, and other materials, the time at which the resource is purchased corresponds fairly closely with the time at which the resource is utilized in production. Given reasonably functioning markets for labour, fuel, etc., the expenses incurred for purchases may be taken as the opportunity costs of resources. Capital expenditures, on the other hand, often result in the acquisition of resources which will be used for many years (up to 20 or more for a locomotive, 30 for a car, 50 for roadway and track). Thus, the resource is not consumed in the year of purchase; rather, it serves as a storage of services over its expected lifetime. In the accounting systems, this problem usually leads to the purchase price of the asset being spread over a number of years corresponding to its expected life, through the use of depreciation. Thus, an asset worth $1 000 and expected to last 10 years may incur depreciation charges of $100 per year for each year. A further complication is that such an asset represents an inventory of unused services, that will serve in later years. For example, in the second year, $100 of the asset has been used up, $100 is being used up, and $800 is in inventory for future years. This "inventory" has an opportunity cost, i.e. that of not liquidating the asset and investing the money elsewhere or through capital markets. This opportunity cost is commonly referred to as a return on investment. Together, the sum of the depreciation (return of investment) and return on investment over time represent the capital cost of the asset, and are a means

of allocating this capital cost between years. In this sense, capital costs are joint costs, joint to output in different years.

Costs can thus be categorized in three different ways, i.e. along three different dimensions: whether they are fixed vs. avoidable; whether they are specific to a service vs. joint over several services; whether they are operating costs specific to a time period vs. capital costs joint over time.

Traditionally, the allocation of capital costs over years of useful life has been fairly arbitrary, e.g. equalizing depreciation or equalizing carrying charges (depreciation plus return on investment) for each year. In fact, the entity has the choice after every year of either maintaining an asset in productive service, or putting it to some alternative use. Thus, causally related costs, or opportunity costs, would reexamine the assets and their market worth each year, forecast the market worth one year ahead (discounted to the present), and identify the difference as the opportunity cost of using that asset for one year (or on other time unit). This method of current cost accounting for capital assets is not yet widespread in North America, but is used in some countries; in other countries, accounts are based on historic purchase values, often suitably indexed to take inflation into account.

This leads to another issue in costing in general, and in railway costing in particular: the use of historic vs. current or forward-looking costs. To be relevant to decision-making by railway management costs must reflect the future impacts of decisions to be made today; thus, they are a forecast of what will happen under alternative scenarios (corresponding to the possible decisions). But management and government have traditionally looked upon forecasts with some suspicion, partly due to the possibility of manipulating forecasts to make a special case, but partly because humans simply do not forecast economic activity very well. Instead, costs are often calculated for output that has already been produced, and these historic costs are projected, implicitly without adjustments, or explicitly with some indexing for inflation; thus historic costs, which are easily auditable, are used as a proxy for future experience.

This practice encounters three major classes of problems. First, using historic experience means that railway management is explicitly assumed not to adjust infrastructure, equipment, operations, etc., to optimally serve the traffic volumes and mix that are expected to result in the future. That is, technology, investment, and operating procedures are assumed to change little. This may be acceptable for short-run costs, but probably tends to overstate long-run costs. Second, historic costs must be carefully adjusted to replacement values, reflecting both technical and price changes, if they are to be used to estimate opportunity costs. Third, certain assets are dedicated to certain types of service and cannot be used elsewhere (e.g. the land on which certain branch lines are built). While these assets may have been expensive to put in place originally, they may have very little value in alternative uses. The difference between the original and the salvage value,

once an asset has been dedicated to a specific use, is referred to as a **sunk cost.** Sunk costs are irrelevant to making current decisions, and so have no place in the calculation of avoidable costs.

Current experience in industrialized countries reveals a variety of approaches to the calculation of railway costs. For Canada, costs are produced at a variety of levels of aggregation, ranging from individual carloads to a fairly high level of aggregation (branch lines, passenger service, all wheat movements in a huge geographic territory), which include avoidable service-specific costs and a causally-related share of avoidable common costs. For the U.S., the most commonly used level of detail is the cost of individual carloads, although larger traffic blocks, including whole lines, are costed; U.S. costs are either variable costs (avoidable specific and a causal part of avoidable joint costs) or fully allocated costs (the above plus a rather arbitrary allocation of fixed service-specific and common costs). In the U.K., British Railways claims that it uses avoidable service-specific costs, although it is considering including avoidable joint costs as well. In France and some other EEC countries, costs are allocated to services using classification of expenses assignable directly by type of traffic and type of train; allocation continues until all costs are accounted for (fully distributed costs).

Chapter 3

DATA BASE

In most cases, the principal source of raw data for railway costing is the railway's system of accounts. (Systems of accounts are referred to by various names; we will use Uniform Classification of Accounts, abbreviated to UCA, in what follows.) The UCA typically contains financial information as to balance sheet, property accounts or assets, revenue accounts, and expense accounts. In addition, certain UCA's also contain operating statistics and traffic data; in other systems, these physical measures are reported and maintained separately. Secondary sources of data complement the UCA and include information obtained on a sample basis (e.g. waybills, tracings of loaded and empty car movements), from special studies (e.g. circuitry — ratio of miles actually travelled to straight-line distance between points), duty rosters and time sheets, etc.

The underlying accounting system serves many purposes, of which costing of services is only one. Other uses include management control and planning, information for private investors or government owner and calculation of taxes. The needs of the costing system must be accommodated as a result of compromise with these other uses. In particular, the information in the UCA must often be preprocessed before it can serve as an input to costing.

Financial data on capital and operatng expenses come from the property accounts and the expense accounts. These are then related to the operating and traffic statistics to establish causally-related costs. **Property accounts** list the amounts of assets owned by the railway, by type of asset. These assets are used to produce rail services; assets not so used may cause distortions in calculating costs, and they are removed; **inert assets**, which were once but are no longer used for rail services, may be difficult to identify. Property accounts usually record the original expenditure on each class of assets, and the **accumulated depreciation** which states how much of each asset has been recovered through depreciation expense, and hence allows the calculation of how much is left (**or net book value**). Certain accounting systems also record the current cost or **replacement value** of the assets.

Property accounts can be very detailed, but are usually structured in a hierarchy which tries to group together accounts for plants that have similar characteristics. Thus, the major distinction is between infrastructure (immovable) and rolling stock and other equipment (movable). These categories are broken down into further classifications which vary from system to system. Typical of the detail is the Canadian system of property accounts, which is as follows:

Way And Structures

Track and Roadway
(15 sub-items)
Buildings
(8 sub-items)
Signals, Communication and Power
(3 sub-items)
Terminals and Fuel Stations
(4 sub-items)

Equipment

Rolling Stock
(3 sub-items)
Intermodal Equipment
(3 sub-items)
Work Equipment on Roadway Machines
(4 sub-items)
Other Equipment
(3 sub-items)

In turn, sub-items may be broken out further into sub-sub-items, e.g. freight cars (one sub-item of rolling stock) are recorded by type of car (18 sub-sub-items).

The other major source of financial data is the **expense accounts.** Expense accounts are usually structured in two ways.

First, they are classified according to **natural expense categories,** based on the types of goods or services used or purchased when producing transport services. Thus, the Canadian UCA subdivides all expense accounts into "Labour", "Material", and "Other" components. The U.S. system further subdivides the "Other" component into "Purchased Services" (lease rentals, repairs billed to and by others, etc.) and "General" components.

Second, expense accounts are classified according to function or intermediate process or activity. As with the property accounts, the expense accounts are grouped in a hierarchy which brings together similar types of expenses, at different levels of disaggregation. The broad divisions are between infrastructure, rolling stock and other equipment, railway operation (also called transportation), and general and administrative. Further breakdowns vary from system to system. Typical of the detail is the Canadian system of expense accounts, which is as follows:

Way And Structures

Administration
(1 sub-item)
Track and Roadway Maintenance
(12 sub-items)

Buildings and Maintenance
(4 sub-items)
Signals, Communications and Power Maintenance
(6 sub-items)
Terminals and Fuel Stations Maintenance
(4 sub-items)
Miscellaneous Way and Structures Expenses
(10 sub-items)

Equipment

Administration
(1 sub-item)
Locomotives Maintenance and Servicing
(2 sub-items)
Freight Cars Maintenance and Servicing
(4 sub-items)
Passenger Cars Maintenance and Servicing
(3 sub-items)
Intermodal Equipment Maintenance
(3 sub-items)
Work Equipment Maintenance
(4 sub-items)
Other Equipment Maintenance
(2 sub-items)
Equipment Rents
(16 sub-items)
Miscellaneous Equipment Expenses
(8 sub-items)

Railway Operation

Administration
(1 sub-item)
Train-Related Expense
(17 sub-items: wages, fuel, etc.)
Yard-Related Expense
(11 sub-items)
Train Control
(2 sub-items)
Station and Terminal Operations
(4 sub-items)
Other Rail Operations
(6 sub-items)
Other Transport Modes
(4 sub-items)
Equipment Cleaning and Specialized Servicing
(5 sub-items)
Casualties and Claims
(4 sub-items)

Miscellaneous Operating Expense
(2 sub-items)

General

Administration
(8 sub-items)
Employee Benefits
(6 sub-items)
Taxes
(3 sub-items)
Other General Expense
(12 sub-items)

Again, sub-items may be recorded by sub-sub-items, e.g. freight car maintenance by type of freight car.

Operating and traffic statistics measure the physical (as opposed to financial) operation of the railway. Operating statistics reflect the intermediate processes or activities actually undertaken by the railway, i.e. motive power (e.g. use of locomotives, fuel consumed), rolling stock utilization, switching activity, and so on. Traffic statistics reflect the final outputs of the railway, i.e. the "packaging" of the intermediate processes or activities into services sold to users (e.g. ton-miles, passenger-miles). Finally, road and track statistics reflect the physical plant needed for producing railway services (e.g. miles of road, gradient, curvature of track). In the Canadian UCA, the following level of detail is reported:

Motive Power Statistics

Locomotive Unit-miles (by type of locomotive)
Gallons of Fuel
Yard Diesel Unit Minutes

Car Statistics

Freight Car-miles (by type of car)
Freight Car-days (by type of car)
Passenger Car-miles (by type of car)
Passenger Car-days (by type of car)

Train Operation Statistics

Gross Ton-miles
Train-miles (by type of service)
Train-switching miles
Train-hours
Average Train Speed (by type of service)

Yard Operations Statistics

Yard-switching miles

Traffic Statistics

Carloads (by car type and by commodity)
Net Ton-miles (by commodity)
Tons of Revenue Traffic (by commodity)

Road and Track Statistics

Road-miles
Gradient Index

In most larger railroads, property accounts, operating expenses, and operating statistics are recorded according to the region of geographic location where they are incurred. (For example, Canadian Pacific Railway divides its serving area into some 23 divisions.) In some cases, additional geographic breakdowns are defined. Data may be recorded by geographical cost centre, where feasible. Some information can be recorded in very fine geographical detail, e.g. infrastructure property accounts. Other information may only make sense on a system-wide basis, e.g. certain marketing expenses.

The level of detail or disaggregation used, both geographically and by function, will depend ultimately on the uses to which the UCA is put: as mentioned above, rail costing is only one of these uses. In addition, for rail costing itself, the level of detail depends on the size of traffic blocks to be costed. Thus, costing of specific one-time moves will require much more detail than a broad-brush costing of all passenger services taken together. The degree of detail will depend, not only on the type of costing question being asked, but also on the nature of the railway being costed. The larger and more complex the operation, the more types of traffic being offered, and especially the more non-conventional or "special" services, the more detail will be necessary to answer a given costing question.

On the other hand, the level of detail in the UCA is constrained by the accuracy and meaningfulness of very disaggregated data. Thus, while fuel consumption by the railroad as a whole may be well known (from purchase orders), fuel consumption by region or by type of train may not be easily accessible. Similarly, labour costs as a whole are reflected in wages paid; but labour actually spent in maintaining a certain type of freight car, may only be obtainable by analysis of time sheets.

In summary, the level of detail in the UCA will depend on (1) the other purposes to which the system of accounts is put; (2) the type of costing questions to be answered: specific or "broad-brush"; (3) the nature and complexity of the railway's operation; and (4) the reliability of disaggregated data.

In addition to the financial and operating data usually found in the UCA and its appendices, costing systems may rely on various secondary sources of data. Special studies may draw upon internal records maintained at divisional levels, e.g. work sheets, journal entries, duty rosters. As well, data may be gathered especially for a study through time-and-motion studies, simulation of operations, etc. Such data are often collected through sampling, either on a one-time basis or periodically.

For example, in the Canadian costing system, supplementary information will give detail by train run, as required, on gross tons, diesel unit-miles, train-miles, empty return ratio, gallons of fuel, and switching performed.

Chapter 4

DEVELOPMENT OF COSTS

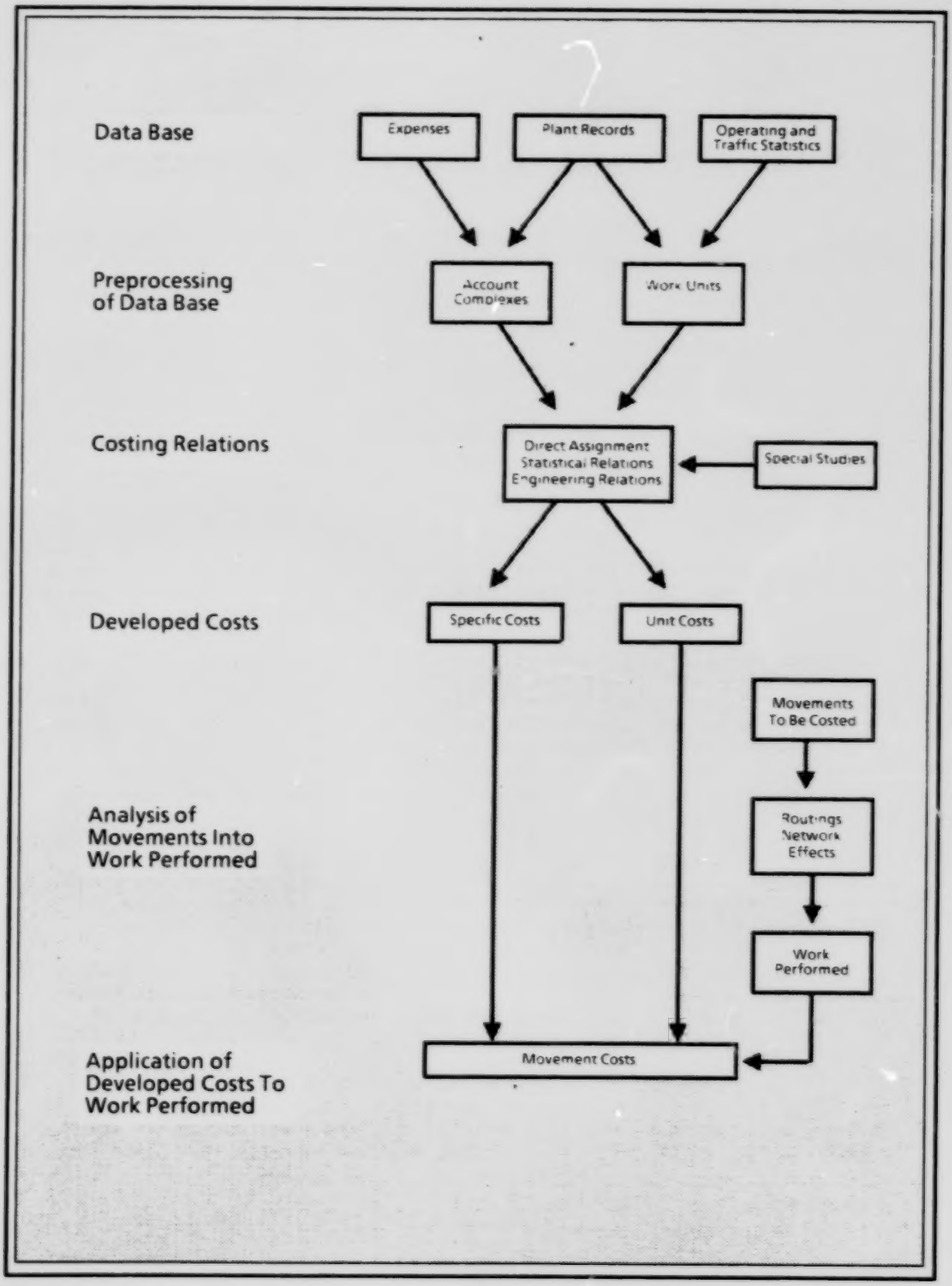
The basic objective of cost analysis is to trace the causes of costs. Details of development of costs will vary from costing system to costing system, and will also vary within a costing system, depending upon the types of traffic blocks and services that are of interest. Nevertheless, the general approaches of different costing systems are broadly similar, and are represented schematically by the diagram on the following page. As shown, most costing systems follow six stages: (1) design and maintenance of data base; (2) preprocessing of data; (3) establishment of costing relations; (4) development of specific and unit costs; (5) analysis of traffic blocks of interest in terms of work performed; and (6) application of specific and unit costs to work performed.

The first stage, the design and maintenance of a suitable data base, has been discussed in the previous chapter. The other five are now discussed in turn.

4.1 Preprocessing of Data

Three types of preprocessing of data usually take place. The first consists of aggregating information that is too detailed to be used as such in cost analyses. For financial data, this usually means grouping expense and property accounts into a small number of account complexes, or expense categories. These account complexes must be aligned with corresponding work units describing intermediate processes, based on operating and traffic statistics. The number and size of account complexes used may vary according to purpose; the general principle is to combine expense accounts that can be treated homogeneously. For example, the U.S. Uniform System of Accounts contains approximately 2 900 expense accounts. To determine which portion of each account is variable with output and which is fixed, the vast majority of the accounts are aggregated into some 16 expense categories. These are then related to causal measures of work or intermediate outputs through regression analyses.[6] The results of the regression analyses are then applied to individual accounts or expense categories as appropriate for specific costing questions. Thus, suppose that it is judged that account Z has a causal explanation similar to expense category Y, e.g. because Z is a component of Y. Then the unit costs derived from a regression analysis of Y will be scaled by the relative magnitude of the total expenses in Z vs. the total expenses in Y, and used as the unit costs relevant to account Z. All this supposes that account Z and expense category Y are homogeneous insofar as variability with traffic change is concerned.

The second type of preprocessing consists of adjusting or "smoothing" data to reduce biases and anomalies. For example, maintenance is typically incurred at a later date than the wear and tear causing it, and may be deferred for several years on occasion; major maintenance in a given year,


Data Base
Expenses
Plant Records
Operating and Traffic Statistics
Preprocessing of Data Base
Account Complexes
Work Units
Costing Relations
Direct Assignment
Statistical Relations
Engineering Relations
Special Studies
Developed Costs
Specific Costs
Unit Costs
Movements To Be Costed
Analysis of Movements Into Work Performed
Routings
Network Effects
Work Performed
Application of Developed Costs To Work Performed
Movement Costs

if not capitalized, may also lead to distortions. One solution is to use an average of maintenance expenses over a number of years, often taken to be three years for locomotives and cars, and five years for infrastructure. This procedure is also known as "normalization". For more precision, special studies could be done of the time lag between causal traffic and performance of maintenance; but the cost of such studies usually outweighs the extra precisions. For normalization to be meaningful, various years' expenses must be expressed in currency of a single year (usually the latest). Accordingly, the price indices developed as part of the data base are applied to the expense categories to be normalized.

The third type of preprocessing adjusts the data to take into account a variety of factors affecting rail operations. Thus, preprocessing of property accounts may include the identification and allocation of working capital among the accounts. In some costing systems, at this point, net investment is then spread among various services and car types; it is then multiplied by a cost of capital ratio to compute costs of return on investment. In addition, traffic blocks to be costed must be characterized in terms of intermediate processes, measured in terms of the relevant operating and traffic statistics. These output measures fall into two categories: (a) measures of rail activity or output: e.g. gross ton-miles carried; car-miles; carloads originated and received; train-hours for running, yard-switching, and way switching; locomotive unit-miles, and (b) measures of a railway's size or capacity:[7] e.g. miles of road, miles of track used for running and yard-switching; gradient and curvature of track. Special studies develop supplemental allocation factors: e.g. circuitry or the ratio of miles actually travelled to straight-line miles; empty return ratio of cars travelling full to cars travelling empty; frequency of switching event; switching minutes per switching event; and car-days and car-miles per switching event, by car type; work done on own account by the railway (non-revenue-producing traffic). These supplemental allocation factors are used to estimate the work actually needed to produce traffic. For example, the cost of a given shipment will reflect the actual routing of the cars and the need for empty backhaul (if any).

4.2 Costing Relations

Once the preprocessing is completed, the causal relationships underlying the costs are traced out. The first phase in most costing systems is to relate the factor inputs to the intermediate processes, thus obtaining specific costs and unit costs corresponding to the intermediate work units. In many cases, where the causal relation is clear, a **direct assignment** of the expense recorded in the accounts can be made to the work units in question. Thus, if a car is dedicated to a certain type of traffic, the ownership and maintenance costs of that car can be directly assigned to that traffic. Direct assignment of an expense category is thus appropriate if the cost is a service-specific, avoidable cost, i.e. no part of the cost is common or fixed. The identification of such direct or specific costs may be enhanced if the accounting system disaggregates expenses to a finer level of detail, so that plant can be more exactly matched to services.

Many of the larger expenses are common to several services or types of traffic. For example, track and roadway maintenance is caused in part by each of the different services using a line. In addition, the track and roadway must be at least at some minimum standard before any traffic will move. Thus, typically, there will be some fixed costs and some avoidable costs (i.e. usage-sensitive costs). The causality of the track and roadway maintenance costs are traced by estimating how much the entire expense category would vary if the various intermediate outputs varied. Thus, for the Canadian National Railway Company, for track and roadway maintenance, an equation is estimated of the form

$$\begin{aligned}\text{T and RM expense} = {} & \text{constant} + \text{unit cost}_1 \times \text{gross ton-miles} \\ & + \text{unit costs}_2 \times \text{yard-switching minutes} \\ & + \text{unit costs}_3 \times \text{train-switching minutes} \\ & + \text{parameter} \times \text{equivalent road-miles}\end{aligned}$$

in such an equation, the "constant" term is usually interpreted as that part of the cost which is fixed; the term "parameter x equivalent road-miles" is also fixed in the short run, as it describes the state of the infrastructure; the three unit costs actually describe how the expense varies with traffic. Thus, if a given amount of traffic requires an additional X gross ton-miles, Y yard-switching minutes, and Z train-switching minutes, its avoidable cost is (unit cost_1 X + unit cost_2 Y + unit cost_3 Z). If the line were to be abandoned completely, both the "constant" and "equivalent road-miles" terms would become avoidable as well.

Calculation of the parameters of such an equation is usually done through **regression analysis.** Observations are obtained on different combinations of simultaneously occurring expenses, gross ton-miles, yard-switching minutes, train-switching minutes, and road grade. If there is sufficient variation in these observations, a regression equation may be estimated which will identify the effect of each output on the expense. If there is very little variation from observation to observation, the regression equation, and hence the estimates of causality will be unreliable.

Typically, observations are taken of railway operations at a point in time (or "normalized" over several years) but over a cross-section of different regions. Thus, for example, in Canada, operating divisions are taken as the data points. When there are many operating railways in a country, as in the U.S., each railway will be taken as an operating point. Alternatively, if there are only one or two railways and if the accounts record an expense category only on a system-wide level, a time series of observations may be used. The possibility of "pooling" or combining cross-sectional and time-series data has also been explored.

By way of example, the Uniform Railroad Costing System in the United States uses 15 such regression analyses, tracing causal costs for (1) running track maintenance; (2) track maintenance-overhead; (3) running crew wages; (4) transportation overhead expenses; (5) transportation fuel expense; (6) road locomotive service and repair and overhead; (7) road train

inspection; (8) clearing wrecks; (9) switching maintenance and overhead; (10) yard operations; (11) switching crew wages; (12) yard locomotive repairs; (13) general and adminisitrative; (14) freight car repair expenses — net; and (15) freight car repair expenses — overhead. These expense categories are causally related to such intermediate outputs as car-miles, gross ton-miles, carload originated and received, locomotive unit-miles, miles of road, train-hours spent in switching, running train-miles.

One expense category may be used as an independent variable in explaining another expense category, known as "pyramiding" expenses. This is common in the Canadian costing system in the case of administrative or overhead expenses. By contrast, the U.S. URCS tends to regress overhead and administrative expenses against output and capacity; the IUR uses pro rata allocations to direct expenses.

Finally, a regression analysis developed using one expense category may be used to analyse another expense category or account, after scaling to adjust for different overall sizes of expenses. This approach is widely used by the U.S. URCS, e.g. analyses developed for all freight cars combined are then applied to each type of freight car individually.

Note that if in the specification for the regression equation, it is known from theoretic reasons that there are no "fixed" costs, i.e. that the constant is zero, and that there is only one intermediate output, say gross ton-miles, then the equation reduces to

expenses = unit cost x output level

and the unit cost may be obtained by simple division. This process is also called a **direct analysis.**

Although regression analysis is perhaps the most widely used tool to estimate fixed and avoidable costs, and to separate the causal effects of different outputs on joint costs, there are major limitations. For example, enough information must be available, and this information must represent a wide enough variation of situations, so that causal relations may be disentangled (non-collinearity). At the same time, all the variables except the ones we are studying must remain stable from observation to observation (homogeneity of sample). As well, the observations should satisfy the usual statistical criteria for regression analysis (homoscedasticity, Gaussian or other "reasonable" distribution, absence of serial or cyclic correlation).

Given all these conditions, sometimes it is useful to resort to special engineering and other studies, to complement the information on causal relations. The most widely known such relation is the so-called "Davis formula" which relates fuel burned to axle loads, velocity, and cross-sectional areas of the train. Such a formula recommended by the Union Internationale des Chemins de Fer, among others, can serve as the basis for causal attribution of fuel expense. Other engineering studies may throw light upon the relation between track curvature, and track and wheel

maintenance. Special time and motion studies may also identify prototype causal relations.

Engineering and other special studies may also assist in identifying "synthetic" explanatory variables to be used in regression analyses. This is especially important if there are a limited number of observations (due to a small number of operating divisions of the railway) and hence the need to use only one or two explanatory variables. Thus, for example, the intermediate output corresponding to the line haul of freight is often measured in terms of gross ton-miles. But the maintenance expense caused by a gross ton-mile may well vary according to the gradient and curvature of the track, the type of traction, the speed of the train, axle leadings, etc. All these variables may be entered as explanatory variables in a regression equation. On both theoretical and statistical grounds, however, it may be desirable to construct a variable which will weight gross ton-miles according to the conditions under which they are produced. (For example, records may exist of how much labour and materials are expended on different stretches of track.) Then weighted gross ton-miles may be used in a regression analysis as a single "synthetic" variable representing line haul output.

4.3 Specific and Unit Costs

The methods described above are used to develop specific costs if possible, and unit costs if necessary, for every account complex, and hence explicitly or implicitly for every account. Specific and unit costs are usually estimated separately for operating and for capital costs, although the forms of the analyes are generally similar. Further, for capital costs, depreciation and return on investment are often distinguished. For operating costs, separate analyses can be carried out for separate natural expense categories (labour, material, other) and the results aggregated.

Typically, specific and unit costs are calculated using observed data for a previous year, and so strictly speaking are relevant to the previous year's traffic. In practice, one is interested in costs of data for a future year or years. There are two principal ways to obtain such future costs. In the first method, the railway's budgets and plans can be used to project the accounts and operating statistics, at least at a rough level of detail. The methodology described above can then be applied to these projected figures, and projected specific and unit costs can be obtained. In the second method, the historical specific and unit costs can be projected to reflect changes in the price indices, and productivity indices if available, expected for the relevant inputs, i.e., labour, fuel, other materials, plant. This assumes that the technology used by the railway is relatively stable, that changes in traffic volumes from year to year are gradual, and thus, that the changes in input prices can simply be traced to changes in specific and unit costs. In practice, this second method is adequate, provided that the historic costs, upon which it is based, are updated regularly.

4.4 Analysis of Traffic Blocks to be Costed

Once specific costs and unit costs of intermediate work units are identified, any given traffic or traffic block to be costed can be addressed as follows: first, for the particular movement, a description of the traffic and its requirements must be identified. The types of information required for this analysis are commodity identification and its annual volume, origin and destination, the type(s) of equipment required, and so on. Given this information, the required intermediate work units which are associated with the traffic are established. These include car-miles, car-days, net ton-miles, and other measures. Once determined, these work units are then applied against the corresponding unit cost coefficients and to them are added any specific avoidable costs obtained through direct assignment. The result is the avoidable cost of the movement or service under consideration.

For example, for the U.S. URCS, the relevant traffic blocks are decomposed into the following constituent intermediate processes:

(a) linehaul activities, including train operation, locomotives, and roadway utilization (investment and maintenance);

(b) terminal activities, including various kinds of switching;

(c) car activities, including time-dependent usage (car-days) and distance-dependent usage (car-miles); and

(d) other, including special service and loss and damage.

Operating and traffic statistics are used to develop the work units associated with these intermediate processes, e.g. gross ton-miles, train-miles, switching minutes, carload, etc. In developing the appropriate intermediate work units, the following adjustment factors are used:

(1) tare weight of cars (by car type);

(2) circuitry factors;

(3) empty return ratios;

(4) frequency of switching events;

(5) switch engine minutes per switching event;

(6) car-days per switching event; and

(7) car-mile per switching event.

After computing basic train-mile statistics, the avoidable costs for each segment of railroad operations are developed; these include line haul, terminal, freight car, specialized services, and loss and damage. Total avoidable costs per shipment are developed by summing the individual components.

In the Canadian costing system, a similar procedure is followed. The main difference is that in Canada, supplementary information is used to produce specific calculations, by train run, of the above operating factors. In this sense, the Canadian system uses a more detailed data base to measure the work performed, and so yields more detailed results.

Example

An example of the application of cost systems is given in a recent study which compares the costing approaches of rail passenger service in Canada and the U.S.[8] In the U.S., rail passenger service is provided by a separate company, AMTRAK, which contracts with other railways to use certain of their infrastructure, maintenance facilities, and personnel. In addition, AMTRAK owns and maintains its own road and track in a high-density corridor in the Northeastern U.S., as well as its own major maintenance facilities and most stations. In Canada, rail passenger service is provided by VIA Rail Inc., which contracts with other railways to use certain of their facilities, as is the case for AMTRAK. Unlike AMTRAK, however, VIA does not own infrastructure (although it is in the process of taking over some stations).

Both AMTRAK and VIA operations result in deficits which are absorbed by the respective federal governments. As a result, each government is interested in the contract between its rail passenger carrier and the rail carriers from which it purchases services. Since the charges to be paid under these contracts are largely cost-based, the costs, and the methodology used to calculate them, are continually at issue.

In its contracts with U.S. railways, AMTRAK generally uses strictly avoidable costs, defined as those costs which would disappear over a fairly short time-period if railway passenger services were discontinued. By comparison, VIA Rail generally uses long-run variable costs, which are defined as costs which would disappear over a rather longer time-period, say three to four years, if railway passenger services were discontinued. As a result of this conceptual difference between the two countries, the VIA costs include allowances for cost of capital, depreciation, property taxes, and general administration, while the AMTRAK costs do not.

The study contrasts the AMTRAK and VIA approaches, and examines the consequences if the AMTRAK approach were adopted by VIA. Although technical in nature, the report sheds light on the terms under which rail passenger service is produced, and hence on its viability.

Chapter 5

CONCLUSION

Examination of operational railway costing systems leads to the following considerations regarding the design of such systems. Generally, the costing process may be broken down into six separate steps, as described above, although any given system may combine steps or may decompose them into finer detail. Each step must include certain minimum features, but may also embody refinements and more sophisticated approaches. These are described below:

5.1 An Adequate Data Base

A data base must record expenses and property (or investment) on the one hand, and operating and traffic statistics, on the other hand; this must be done in such a way that the various records are compatible and can be compared. For reliability and auditability, the expenses and property records should be embedded in a system of accounts that is consistent and clearly defined. The operational and traffic data may be recorded in a separate statistical system, but to ensure compatibility it is preferable to include such data in the system of accounts proper.

The data must be in sufficient detail. First, they must permit estimation of the variability of various expense items with changes in output, and so must reveal how expenses vary with different types of equipment, different types of operation, and different geographical location. Second, the data must permit the identification and costing of the traffic blocks of interest. Work done on behalf of others should also be recorded separately. In practice, these two requirements are met by having reasonable geographical detail and by grouping different types of locomotives and cars into relatively homogeneous categories.

Beyond these minimum requirements, the data base may be improved by recording finer detail, e.g. distinguish different kinds of track by weight of rail, identify investment and maintenance by subdivision, distinguish between different kinds of yards. This finer detail may be specified explicitly in the system of accounts; if that is not feasible, it may be based on supplementary data, e.g. time spent on various maintenance functions, obtained from work records. In deciding on the level of disaggregation, it is important to compare the benefits of more specific information with the extra monetary costs and also with the problems of maintaining reliability and consistency of the data.

In addition, the data base must include price indices so that the expenses recorded in the accounts may be stated in constant dollars, and so made comparable from year to year. At a minimum, separate price indices should be maintained for each category of natural object in the accounts. Thus, for example, there should be a labour index, reflecting the wages

actually paid by the railway. If possible, more detailed price indices should be used, e.g. a clerical wage index to be applied to administrative expenses, a train crew wage index to be applied to train operating expenses, etc. In a more elaborate system, productivity indices could also be constructed and maintained, and used to adjust expenses for gains in efficiency (in addition to adjustments for cost increases by using price indices). For example, freight car expenses could be adjusted for increased efficiency due to better loading/unloading techniques, or better car management techniques.

Care must also be exercised in recording the dollar value of property or capital investment. Some accounting systems use original book values, and accumulate annual depreciation, thereby deducting net book values. In periods of high inflation or rapid relative price movements, such historic data should be supplemented by information on the current value of assets. This information could be based on general price indices reflecting the various types of assets; alternatively, it could incorporate replacement values for the specific assets, based on current market prices. Such supplementary data should also recognize the impact of price changes and of technical and economic obsolescence on the appropriate depreciation charges.[9]

A related refinement consists of making explicit provision for periodic major maintenance or repairs that are scheduled to be performed every few years. For example, if a category of car is overhauled every three years, maintenance expense could be changed in the two preceding years, as well as in the year in which the work is actually performed.

Although improvements to any step in the costing process will lead to better cost estimates, attention to the data base is particularly important. More accurate, and if possible more detailed data, are probably the area with the highest payoff for the efforts made.

5.2 Methods of Preprocessing the Data

Before cost analysis can take place, three preliminary steps are needed. First, detailed information must be aggregated in a form useful to the particular problem being considered. Minimally, this is based on informed judgement that certain expense categories may be treated homogeneously. Improvements would consist of one-time statistical and engineering studies of the individual items to see if they do behave similarly. Such special studies may be repeated if there are major changes in operating practices or in technology.

Second, the data must be adjusted to reduce the impact of biases and anomalies. In particular, maintenance takes place after wear and usage are incurred, and can sometimes be deferred for several years; the timing of the expenses must be corrected so that they can be matched to the causal traffic. As well, certain major repairs may occur on a random basis, e.g. major accidents, acts of nature; assigning the ensuing expense to traffic in a particular year may be misleading. To overcome both of these problems, a

minimal step is to "smooth" maintenance expenses by averaging them over three to five years. Improvements would include one-time special studies of maintenance practices, including the time lag between wear and tear, and the performance of the maintenance; these time lags could then be explicitly incorporated in the data. Special events, including extraordinary deferred maintenance, would be explicitly identified and associated with traffic over suitable time periods. Accounting for depreciation of capital assets should also be reviewed, to ensure that the timing of depreciation expenses corresponds to changes in the economic value of the asset. All of these adjustments to the timing of operating and capital expenses require that expenses be recorded in constant dollars; hence price indices must be maintained, as described above.

Third, before expenses can be compared to the operations and traffic causing them, certain adjustments must be made to the traffic data. This requires the taking into account of empty returns ascribable to various classes of traffic, the extent to which a circuitous route rather than a direct route is used, the tare weight of cars and the amount of switching required. At a minimum, system-wide circuitry and empty-return ratios may be developed. Improvements include more specific ratios, applicable to various classes of traffic. Special studies could also be undertaken of the causes of empty returns, taking into account the rail network and the mix of traffic moving on it.

5.3 Estimation of Specific and Unit Costs

Intermediate processes, corresponding to the physical productive activities of a railway, must be identified, and work units must be defined so as to measure the levels at which these intermediate processes are carried out. The costs of intermediate processes must then be identified, by matching expenses to work performed. Where possible, expenses are directly assigned to work units, resulting in specific costs. Where fixed or common costs exist, regression analyses or some other tools must be used to estimate the unit costs of the work units; these trace how expenses vary with different levels of activity.

Regression analyses typically are based on a cross-section of observations or railway observations in different geographical areas, or different lines. The resulting unit costs are thus average unit costs, reflecting the common influence of all those observations on which the regression analysis is based. These unit costs could be made more specific, so as to reflect the conditions particular to each geographic area, by examining the residuals from the regression analyses and incorporating adjustments based on these residuals. Another possibility is to supplement cross-sectional data with time-series data, and analyze variation over time, as well as over space. This would be facilitated if time lags between work performed and ensuing expenses were identified explicitly, rather than "smoothed" by averaging over time. Regression techniques exist to analyze pooled cross-sectional and time-series data.

Traditionally, regression analyses have assumed linear functional forms, i.e. they have expressed expenses as linear functions of work units. For small variations in level of traffic, this approximation is probably adequate. The possibility of nonlinear relationships however, should also be examined. For example, there is reason to believe that heavy axle loadings cause increasingly severe wear and tear on rails. Again, increasing traffic density may shorten the continuous time windows available for maintenance, disproportionally increasing maintenance expense. The major disadvantage of such nonlinear formulations is that the resultant unit costs will vary with the total level of work performed and so with the level of total traffic.

Another approach to calculating unit costs is to use engineering relationships of physical processes to trace the causal link between work performed, on the one hand, and expenses incurred, on the other hand, e.g. the relationship between work performed and fuel consumed. Engineering studies are also useful in developing "synthetic" work units to measure intermediate processes, e.g. equated road miles or equivalent ton-miles; these could take into account the effects of differing gradients, curvatures, operating speeds, etc. Such synthetic work units could in turn be used in direct assignment of specific costs or in regression analyses to develop unit costs. Generally, as engineering studies progress, more of their results may be incorporated in railway costing systems.

Another set of tools, which might be useful in analyzing capital expenses, consists of the various rail network planning and simulation models developed over the last decade. These models can be used to estimate the impact on capacity of adding various blocks of traffic to a rail line or rail network. To the extent that ongoing carriage of a block of traffic uses capacity and advances the date when expansion of capacity will be required, there is an extra cost that is causally related to that block of traffic. This type of analysis would be especially useful in calculating future costs; to date, however, it has only been used for special studies, and has not yet been embodied in any ongoing costing system.

Specific and unit costs must be developed at a level of detail sufficient to capture the heterogeneity of the railway system. For some purposes, system-wide averages may be sufficient. For other purposes, regional or operational differences may be important, e.g. distinguish costs of high-density and low-density lines, or costs or unit train operations compared with those of fast freights and way freights.

Care must be taken that causal relations are estimated as accurately as possible. For example, where regression analyses are used, the results must make operational sense, and in addition must satisfy standard statistical criteria. In some cases, it may be desirable to calculate confidence intervals or margins of possible error for the unit costs; hence, confidence intervals may be established for the cost of a given block of traffic.

5.4 Costing of Traffic Blocks

Traffic blocks to be costed may be quite aggregate (e.g. all passenger service), at a minimum level of detail (e.g. all traffic on a given line or group of lines) or very disaggregated (e.g. carload of a specific commodity between two specific points). For all traffic blocks of interest, the corresponding intermediate processes or work units must first be identified. In most costing systems, the development of these work units is based on actual experience. Thus, historic data are used to calculate the train-miles, train-hours, car-miles, car-hours, switching minutes, fuel consumed, etc., corresponding to the traffic. The underlying assumption is that operating conditions change slowly over time, so that historic factors may be applied to future traffic.

A different approach, to identifying work units corresponding to a block of traffic, is to use one of the rail network planning and simulation models, mentioned above. Typically, such a model has a Train Performance Calculator (TPC) as a subcomponent. The TPC will either simulate or calculate analytically the various hours needed, miles covered, fuel consumed, etc., by a train of a given type along a given route. Depending on the nature of the TPC, the work units required by a given block of traffic may be identified in detail and specific to that block of traffic. In addition, embedding the TPC in a rail network allows incorporation of the interaction between different types of traffic. As more and more traffic uses a fixed facility, congestion occurs and all traffic is increasingly delayed. In such cases, a rail network model and the embedded TPC take into account the delays caused by increasing congestion when calculating train-hours, car-hours, fuel consumed, etc. The use of rail network models for translating traffic into work units is still experimental, but may contribute greater accuracy to calculating the costs of increasing traffic in situations with congestion.

Once the constituent work units are found, specific and unit costs can then be applied to obtain the total avoidable cost of a block of traffic. The necessary specific and unit costs must be available for current traffic. They should also be available for future movements; at minimum, specific and unit costs.

REFERENCES

[1] Canadian Transport Commission, *Railway Costing Study: Phase I* (August 1978); *Phase II*, 5 volumes (October 1979). Interstate Commerce Commission, Bureau of Accounts, *Uniform Railway Costing System: Development, Functions and Regulatory Role* (1981); *1980 Railroad Cost Study* (December 1982); *Movement Cost Manual* (1983); *Railroad Carload Cost Scales — 1980* (April 1983). International Union of Railways, *Principles and Methods for Rail Costing* (1977).

[2] Even if the government of a country wishes to offer railway service as a "public service", it has different options to choose from, and the costs of the options are an important element of the choice.

[3] The question of subsidies to rail services is a complex one, and outside the scope of this paper.

[4] These costs are based on "standard" carloads of 30 000 lbs per car. There is also a broad provision that rates be "in the public interest"; as well, rates for certain commodities in certain regions are explicitly controlled by the government.

[5] The reader should be reassured that, while in theory there are an infinite number of levels of disaggregation at which costing could be carried out, in practice, operational systems which calculate costs at one or perhaps two levels of detail generally suffice. The following discussion is merely intended to convey the fact that the interpretation of causal or avoidable cost changes according to the level of disaggregation chosen.

[6] The technique of regression analysis is described on page 22.

[7] As mentioned, most measures of capacity used in existing rail costing systems measure the size of the railway, e.g. miles of different kinds of track, switching yards, etc. These measures are hard to relate to the actual usage of capacity, commonly expressed in terms of increasing congestion. This congestion will depend on factors additional to traffic density. For example, trains running at different speeds will lead to overtakes, as well as meets, and will make greater demands on capacity. Such problems are addressed in special one-time studies, through simulation models of railway networks and their operations. Because of their complexity, however, such techniques are not yet widespread in ongoing costing systems.

[8] Canadian Transport Commission, Railway Transport Committee, *A Comparison of AMTRAK and VIA Approaches*, Staff Report No. REA-CSD-83-03, April 9, 1983.

9 Although a large body of literature exists on current cost accounting, no consensus has developed on the methods to be used. As a result, different countries have established differing standards. The objective of reflecting the impact of inflation is common to all of these, however.

APPENDICES

APPENDIX A*

CANADIAN RAILWAY COSTING SYSTEM

1. Conceptual Approach

In the application of railway costing by the Canadian Transport Commission, the basic conceptual problem is to make operational the definition of "avoidable costs" associated with the provision of railway output. The problem is, in part, a question of the time period to be considered, in part, a question of the quantity of output. In the short run, many costs are unavoidable, but these can be avoided in the long run when there is sufficient time to renegotiate labour contracts, to revise long-term arrangements for the purchase of materials and to recover capital through the provision of depreciation to offset capital consumption over a time. In respect of quantity of output, a railway would avoid very little in costs if there were to be a very small reduction in the amount of freight transported on a freight train already scheduled to travel from one city to another. However, if the railway were to discontinue service between those two cities, then all the costs of moving freight, providing and maintaining rolling stock and track, etc. would be saved.

The Canadian Transport Commission has over the years been frequently obliged to grapple with the problem of definition of variable costs. Yet, although mindful that no definition is completely suitable for different time periods and different quantities and types of traffic, to some extent the Commission has taken a Gordian knot approach to the problem. Variable cost is defined in the Commission's Cost Order as "The long-run marginal cost of output, being the cost of producing a permanent and quantitatively small change in the traffic flow of output, when all resource cost inputs are optimally adjusted for change" (Reasons for Order No. R-6313, p. 337). Essentially, this is a long-run marginal cost concept.

Later in this paper, it will be demonstrated that this costing concept is in general quite acceptable as a measure of railway costs applicable to those issues where government intervention occurs. However, it does not follow from this that the long-run marginal cost concept is equally appropriate for the railways themselves in their business dealings. As a useful order of magnitude to bear in mind, variable costs as defined in Canada account for roughly five-sixths of total railway costs, variable and fixed together. This calculation, of course, measures costs not only as railway expenses but also includes depreciation and a return on capital for all railway investment.

A further comment on long-run marginal costs should also be made at this conceptual stage. Economists tend to think of cost curves as smooth and

---

*This Appendix was written by J. Heads, Executive Director, Railway Transport Committee.

do not allow for discontinuities in investment. Thus, with the exception of cost estimation for branch lines, the Canadian costing system implicitly assumes that small changes in output can be achieved fairly smoothly at the margin and no allowance is made for the effects on costs when major changes in capacity are required.

2. The Canadian Data Base

The data for railway costing in Canada are provided by the railways in accordance with the accounting instructions and framework of accounts as required by the CTC's Uniform Classification of Accounts (UCA). The UCA in use in Canada was extensively reformulated some three years ago, as the previous classification dating back to 1959 had naturally become in need of revision over the years. The specific objectives of the UCA are to ensure that railway accounts are presented to conform to generally accepted accounting principles and to provide accurate and uniform financial data as the basis on which meaningful cost comparisons can be made. In addition, the UCA also specifies railway output statistics relevant to the costing process.

Railway accounts fall into seven major groups as follows:

(i) Revenue accounts of all monies which a carrier is entitled to receive from rail transportation — that is reported in some 20 accounts;

(ii) Expense accounts of monies paid by the carrier in furnishing rail transportation services, including maintenance of plant - that is reported under some 160 account heads;

(iii) Other income and charges not related to transport activities, e.g. interest income and charges — this is reported under 11 accounts;

(iv) Property accounts which classify the carrier's investment in equipment and way and structures — there are some 40 accounts for this group;

(v) Accumulated depreciation accounts, structured exactly the same as the property accounts;

(vi) Depreciation accounts, also structured exactly the same as the property accounts; and

(vii) Balance sheet accounts, which show the carrier's financial condition in respect of assets, liabilities, etc. — there are 40 accounts in this group.

There is no space in the present paper to give full details of all these accounts, but perhaps one example can be given to put some flesh on the bare bones. As already mentioned, there are some 160 expense accounts and these cover operations, equipment, way and structures, and general. Of these 160 accounts, 40 relate to equipment maintenance and these 40 accounts are grouped into nine sub-activities, viz. locomotives, freight cars, passenger cars, intermodal equipment, work equipment and roadway machines, other equipment, equipment rental, miscellaneous equipment expenses, and administration.

In addition to accounting data, the UCA also includes operating statistics. These are used by the CTC for costing purposes and also for other purposes completely unconnected with costing, such as the design of sampling frames to fulfill the Commission's responsibilities for safety monitoring of railway operations, equipment and track.

The operating statistics are provided in six broad groups. The first three groups relate to railway operation and consist of train operations, yard operations and traffic moved. The next two groups relate to equipment and comprise data on locomotives and cars, while the final group relates to road and track statistics. Again, in an attempt to put flesh on this skeleton explanation, under locomotives, the statistical data include locomotive unit-miles and gallons of fuel.

The property accounts, operating expenses and operating statistics are recorded according to the region where they are incurred with, for example, CP Rail dividing the country into 23 subdivisions for purposes of this reporting. However, some data, such as marketing expenses and headquarters administration can only be reported on a system-wide basis. In respect of data provided for the 23 divisions, the CTC has recently conducted a study to consider the improvement to be achieved by a more detailed geographical breakdown. However, as is generally recognized, in greater disaggregation of data, one normally pays a price of reduced accuracy and, after lengthy study, it was decided not to push for greater disaggregation at the present time.

The Railway Transport Committee has about 25% of its 60-person Rail Economic Analysis Branch employed in the division which audits railway records provided under the UCA and determines railway depreciation and cost of capital rates. The staff of this group are mainly accountants and their auditing work focuses on the examination of accounting systems rather than what is referred to as the "bobbing and ticking" of traditional auditing. The division works closely with the internal and external auditors of the railways and their main function could be described as ensuring that those railway accounts which feature largely in the estimation of subsidy payments are not overloaded with expenses which properly belong to other accounts.

3. Costing Methodology

The previous section of this paper ended with all the costs incurred by the railways established and verified. The UCA gives all the expenses directly incurred by the railways. The section of the Rail Economic Analysis Branch which audits these also determines depreciation rates and the cost of capital. Applying these to the property accounts contained in the UCA, it is seen that all costs, in the economic sense, are established.

The objective of costing is essentially to trace costs to their cause. In other words, the objective is to determine what costs are caused by specified movements, with the conceptual definition of costs defined as the long-run marginal costs or "the cost of producing a permanent and quantitatively small change in the traffic flow of output", when there is a long enough time period to ensure that all resource inputs are optimally adjusted to change.

The overall objective of costing methodology is therefore to take all the railway expenses identified in the UCA, together with the costs of depreciation and ownership of capital, and determine how these are caused by the traffic handled by the railways, recognizing that some of these expenses do not vary freely with traffic and are therefore fixed rather than avoidable costs. It has already been pointed out that the UCA identifies over 160 separate expense accounts. Although some of the larger expense accounts are analysed individually for costing purposes, a large number of expense accounts are aggregated and treated as a group which is called a cost complex.

Once the expense groupings are determined, output units must be associated with each cost complex in order to determine the causality. In general, the output measures used to explain the various cost complexes are chosen, in the first place, on the basis of general knowledge of railway operations. The precise form of relationship can sometimes be determined on operations knowledge, sometimes on the basis of engineering studies, and often with the final selection made on the basis of statistical evidence from regression analysis.

The determination of avoidable costs from this costing methodology approach is unfortunately never easy to explain. However, perhaps a start can be made from the equation below, recognizing that this simplifies some of the finer points in order to capture the overall approach.

$$\begin{array}{ccccccc} \text{AVOIDABLE COSTS} & = & \text{SPECIFIC COSTS} & + & \sum \text{UNIT COST} & \times & \text{SERVICE UNITS} \\ & & \text{By direct assignment} & & \text{By direct analysis or regression analysis} & & \end{array}$$

Specific costing is the preferred method of costing, as this allows expenses to be attributed directly to their proper cause. Thus, the CTC Railway Costing Regulations state that "Whenever specific costs are known or can be readily determined from company records, such costs shall be used".

The use of specific costs is called costing by direct assignment. This method is used when costs are 100% variable with traffic and the expense can be directly related to the movement being costed. It will help to give some concrete examples of specific costing. For example, the CTC is charged with estimating the costs attributable to branch lines, which are in a loss-making position. Of the costs incurred by traffic originating or terminating on a branch line, some can be clearly identified as specific to the line, such as roadway maintenance of the branch line, property taxes on the line, employees' labour in respect of stations on the line and the cost of capital attributable to the railway's investment in the line infrastructure.

Turning to passenger train services, specific costs for passenger services in total include train crew wages, station employees' expenses, sleeping and dining car expenses, and all maintenance related to passenger equipment.

Specific costs are assigned in the first place as a result of special study and then by routine study on an annual basis, as the results become proven and acceptable. Relevant portions of accounts are determined by reference to various specialized railway records such as property and business tax dockets, collective agreements, operating timetables and various statistical records. The thrust is towards increasing reliance on specific costing and, for example, in the costing of charges made by CN Rail and CP Rail to VIA Rail in Canada, as much as 70% of the costing is now carried out on a specific basis.

There is a tendency to regard specific costing as more straightforward and simpler than unit costing, but this is true only at a conceptual and not at a practical level. Approximately 30% of the resources of the CTC's Rail Economic Analysis Branch are used in studies which can be described as specific costing. Several of the problems are very time-consuming even if not methodologically complex, for example, tracing the expenditure of maintenance, labour and materials to specific branch lines as distinct from railway lines in total. On the other hand, some of the problems of specific costing have been difficult at the theoretical level, for example the determination of the salvage value of branch lines, which represents the base on which railways receive their subsidy payments for cost of capital embedded in uneconomic branch lines.

Let us now turn to the unit cost/service units part of the equation given above, which is used where specific costs cannot be determined. In this second part of the equation, one establishes service units associated with a particular traffic movement, for example the gross ton-miles that the movement causes, the car-miles of specified car types, the diesel unit miles, the yard-switching minutes and so on. One then establishes, by methods which

I shall try to sketch below, the unit cost of each service unit. Then, by multiplying quantities of service units by appropriate unit costs, the costs incurred in the second part of the equation are determined.

In developing a unit cost, the relevant expense complex, compiled from UCA data is related to one or more service units. In relating an expense category to service units, it is inferred that these measures of railway output are best suited to explain the railway expense incurred. Sometimes, however, it is not appropriate to try to relate service units to expense in an individual year. This is because there may be a time lag between the incurring of the expenses and the traffic movement. For example, maintenance performed in a high expense year for the railways does not relate only to the traffic of that particular year. To compensate for such distortions, unit costs are sometimes constructed by averaging several years of expense (updated for price changes) and output statistics. Railway maintenance, for example, uses five years of data. In the unit costs/service units part of cost estimation, two methodologies are followed — direct analysis and regression analysis.

Direct analysis is employed in cases where expenses in an expense complex are expected to vary directly with a single-related measure of output. In this case, total expenses in the complex are divided by the total number of output units of the explanatory variable to produce a unit cost. For example, the total expense of yard-fuel consumption is divided by the total number of yard-switching minutes to produce a unit cost per yard-switching minute. The total expenses are known from the audited UCA, but the CTC has still to verify on a sampling base the number of yard-switching minutes and particularly the number attributable to traffic for which it is carrying out costing for subsidy purposes.

Another example of direct analysis is the treatment of railway company pension contributions. These are prorated as an across-the-board percentage addition to labour costs. Similarly, equipment maintenance and ownership costs are determined by direct analysis in relation to car-miles and car-days.

Expenses need not be 100% variable with output to use this methodology. For example, as a result of regression analysis, the CTC has determined that railway communication expenses are 87% variable with traffic (or 72% variable in total, as only five-sixths of total expenses are variable with traffic) and the railways then assign this variable portion of communication expenses on a *pro rata* basis across the board for traffic moved.

Regression analysis is used when an expense complex is expected to vary partially with traffic but at some unknown rate, or where expenses are expected to be dependent on two or more separate output measures. The technique is standard multiple correlation, although all the equations used are at present linear. A number of statistical models are examined and determination of the model selected is made from consideration of the

statistical qualities, provided that the model does not violate commonsense observations based on knowledge of railway operating practices and expected economic responses.

As an example, the wear and tear on a railway line due to the passing of trains cannot be directly related to the train itself. Maintenance expenditures on a rail line are partly a function of use and partly a function of time. The issue has been resolved by regression analysis. Roughly 45% of railroad maintenance expenses have been determined as not variable with traffic, while the remaining 55% are a function of gross ton-miles, representing line roadway usage, and yard- and train-switching minutes, which essentially represent roadway usage in yards.

The Rail Economic Analysis Branch uses approximately 30% of its person resources in studies of unit costs and service units, with much of this time used in field studies of actual traffic movements. (For the record, in case someone has been keeping count, the remaining 15% of the person resources of the Rail Economic Analysis Branch are used on the determination and payment of subsidies.)

4. Application of Railway Costing in Canada

This section deals with the application of the railway costing methodology by the Government of Canada and does not purport to be a full explanation of how the railways themselves use railway costing.

(a) Costing for Rate-Making Purposes

Since the *National Transportation Act* was passed in 1967, the Canadian government has not exercised any formal regulation of railway rates under normal business conditions. However, section 276 of the *Railway Act* does require that all railway rates should be compensatory, i.e. that they should exceed long-run variable costs, although the amount by which they exceed this measure can, in theory, be infinitesimally small.

The Commission has been required to cost some rates which have allegedly been predatory, i.e. below long-run variable costs. In addition, the government decided by Order-in-Council in 1977 that rates on rapeseed products should be kept as low as possible, viz. only marginally above long-run variable costs, and the CTC is required to carry out costing exercises as a background to determining these rates. Similar exercises have been necessary to determine freight rates and the levels of subsidies to be paid on wheat and flour moved from Georgian Bay ports on Lake Huron to export points.

The Commission can also be called upon to fix maximum rates under section 278 of the *Railway Act*; however, only one case has ever been brought under this Act and the shipper attempted to withdraw this before the court hearing was completed. The Commission has therefore had very limited costing experience under this part of the *Railway Act*!

Appendix B to the overall report gives a numerical example of how a cost is developed for the movement of a hypothetical block of traffic and this is the general approach adopted in cost estimation for rate-making. It will be noted that, although specific costs feature in this exercise, the service units multiplied by unit costs approach is overwhelmingly the methodology used in costing for rate-making purposes.

(b) Branch Line Subsidy Payments

The Commission uses railway costing methodologies extensively in determining the subsidies to be paid to the railways for uneconomic branch lines, which the railways are required to continue operating in the public interest. The approach here is to estimate the revenues and costs attributable to all traffic originating or terminating on the branch line. The loss is established as the difference between these two sums and represents the subsidy payment to be made by government. The bulk of the payments under this program have really represented a subsidy to the railways in return for the losses made on the transport of statutory grain. In 1981, the last full year before the system was changed as described below, total subsidy payments were in excess of $260 million.

As already indicated, the revenues and costs to be taken into account were to cover both the movement on the uneconomic branch line and the movement of traffic originating or terminating on the branch line, when it was off the branch line or on the rest of the system network. The costing of the branch line itself, as indicated earlier, is entirely by estimation of specific costs, but much of the traffic movement off the branch line has to be estimated by the same methodology as that used for costing for rate-making purposes.

(c) Western Grain Transportation Act Payments

On January 1, 1984, the *Western Grain Transportation Act* came into force. The Act provides for freight rates on statutory grain to rise from the previous rate structure of half a cent per ton-mile established in 1897. However, the grain shipper is not required to bear the full cost of moving grain and government is required to assist the railways in meeting the costs of transporting grain.

The Act defines railway variable costs as being the avoidable costs related to each branch line which is grain dependent; the variable costs of moving the grain through the system after it leaves the branch line; and a contribution to railway fixed costs based upon the estimate of long-run variable costs associated with the movement of grain after it has left the branch line.

The Canadian Transport Commission has a large number of duties under this legislation and is basically responsible for administering the Act, including the payments to the railways on behalf of the government, which currently total some $650 million per annum. The CTC is also required

to do a full costing of all grain movements every four years, using the methodology already described and to determine from time to time the appropriateness of the allowance for fixed costs contained in the legislation.

Each year, the CTC is into a forecasting exercise where the costs established every four years have to be updated on a forecast basis to determine the effect of changes in railway input prices on railway costs and changes in costs per tonne moved as a result of changes in the volume of grain traffic transported by the railways. This last exercise is, of course, more in the area of forecasting or astrological expertise rather than railway costing itself!

(d) Passenger-Train Costs

In late 1978 and early 1979, VIA Rail Canada was brought into operation to run the country's railway passenger services. To a large extent VIA is similar to the U.S. AMTRAK in that both contract for services with the operating railways. However, VIA is a younger creation than AMTRAK and, while services bought from the operating railways account for roughly one-third of AMTRAK's total expenditures, this purchase of outside services accounts for roughly two-thirds of VIA's total expenditures. Like AMTRAK, VIA is not financially self-sufficient and only 30% of VIA's expenditures are recovered from the fare box.

AMTRAK contracts with the U.S. operating railways for the provision of services and the U.S. government is not involved in auditing the correctness of these charges. However, in Canada the two operating railways are required to charge VIA in accordance with the Railway Costing Regulations of the CTC. CTC staff are required each year to conduct an audit of the charges made by CN Rail and CP Rail to VIA and these amounted to some $400 million in 1981.

The methodology for determining these charges is that already outlined earlier in this paper. Considering rail passenger charges as a whole, it has now proved possible to determine 70% of these as specific costs, leaving only 30% determined by the unit cost/service unit multiplication process. However, when individual passenger services are costed, as distinct from passenger services in total, the proportion of costs determined on a specific basis obviously falls, as some cost complexes are specific to railway passenger services in total but not specific to individual rail passenger services.

5. Concluding Remarks

There can be little doubt as to the relevance of railway costing to the requirements of the Government of Canada as laid down in current legislation. It is, of course, always possible that alternative legislative arrangements could increase or diminish the need for accurate railway costing in the government's dealings with the Canadian railway industry. However, it

is most unlikely that railway costing is going to decline very significantly in its importance in Canada — where passenger service is likely to continue in the foreseeable future on a basis which is not financially self-sustaining; where government payments in aid of grain transportation are likely to continue, and where, on the basis of historical experience, there is a continuing need to know that at the extremes there is some protection from excessive freight rates by regulation on the basis of consideration of costs.

ANNEX TO APPENDIX A

DETAILS OF THE CANADIAN RAILWAY COSTING SYSTEM

1. Introduction

A system of costing is rarely a static one. As the state-of-the-art advances, new approaches and methods are sought; if they lead to improvements in the form of more accurate or satisfactory results, they are incorporated in an updated or revised costing system. This is particularly true in the case of the Canadian railway costing system where revisions and improvements are continuously taking place. Therefore, this description had to be "frozen" at a point in time which in this case is the year 1982. The **basic principles** behind the system have not changed since that time; the **details** of costing, however, are continuously undergoing revisions.

The Canadian railway costing system, as embodied in Costing Order R-6313, encompasses two basic principles. The first is that different costs are relevant for different purposes, and the second is that the objective of cost analysis is to trace an expense to its cause. Those principles lead to the concepts of avoidable and variable costs.

Avoidable Costs

Avoidable (specific and variable) costs are considered the relevant costs for abandonment applications and the evaluations of the losses on railway branch lines and passenger train services as prescribed in the *Railway Act*. The following definitions apply to branch lines and passenger services respectively:

> "those costs,...which, allowing a reasonable period of time for adjustment to the new condition, would have been avoided or would be avoided by a company if, in any financial year, it did not maintain and operate the branch line, and did not incur the variable cost of carrying the traffic originating or terminating on the line irrespective of when or in what manner, or by whom such costs were incurred." (R-6313, Section 1c)

> "those costs,...which, allowing a reasonable period of time for adjustment to the new condition, would have been avoided or would be avoided in the carriage of passengers by the service if, in any financial year a company did not operate the service irrespective of when, or in what manner, or by whom such costs were incurred." (R-6313, Section 1e)

Variable Costs

Variable costs form the basis for the captive shipper provisions, as well as the regulation of minimum and maximum rates as per all the relevant sections of the *Railway Act*. In Reasons for Order R-6313, the Commission adopted the definition:

> "Variable cost may be defined as the long-run marginal cost of output, being the cost of producing a permanent and quantitatively small change in the traffic flow of output, when all resource cost inputs are optimally adjusted to change."

The important feature of the concept of variable costs is that it reflects the principle of causality, and hence permits the estimation of costs associated, in a direct or indirect manner, with the generation of work units.

Once variable costs are estimated and subtracted from total costs, there remains a residual which is often considered the fixed cost component. Such a terminology can lead to the mistaken interpretation that these costs are fixed for all levels of production and hence must be the ones which are associated with zero output.

The Costing Order prescribes for the purposes of abandonment proceedings and subsidy payments in respect of uneconomic lines or passenger train services, a division of expenses into labour and material and other. In the case of branch lines, a separation between on-line (that is, on the branch line) and off-line costs is required. These separations are, of course, not directly provided by the Uniform Classification of Accounts (UCA), which deals with total expenses only. The order further requires classification of these expenses into the following four categories.

Category I: "being all expenses which can be directly identified with the branch line, or with the passenger train service, through company records."

Category II: "being transportation and maintenance expenses which would be avoided if the line were abandoned or the service discontinued and which are shared in common with other traffic or other services, including the off-line costs of traffic originating or terminating on the branch line."

Category III: "being all other expenses which would be avoided if the branch line were abandoned or the passenger train service

discontinued which are not included in Categories I and II, including where appropriate:

(i) superintendence expense;
(ii) traffic expense;
(iii) general expense;
(iv) communications expense;
(v) non-revenue freight expense."

Category IV: "being the cost of capital . . ."

For completeness, a fifth category of expenses considered to be fixed, and thus not considered in costing, could be defined.

Provisions for rate-examinations or costing of specific (non-subsidized) movements are somewhat different. The labour and materials and other split is required, but the (four) cost categories are not explicitly defined. For rate examination purposes, total costs are developed by determining the work units required for a specific movement and applying standard unit costs to them. These unit costs are computed each year according to procedures laid down in each railway's Costing Manual.

2. Specific Costs

Of the two types of costs developed under the present costing system, specific costs are directly relatable to the movement or service under consideration through the internal records of the railways. These are expenses which vary with traffic and are avoidable upon discontinuance of a line(s) or service(s). Usually, they are obtained through special studies which are periodically updated.

Typical major specific cost studies which have been carried out and subsequently verified and accepted by the Canadian Transport Commission include such costs as:

- station labour and other related station expenses,
- on-train crew labour costs,
- on-train sleeping, dining and parlour car labour and other related expenses,
- passenger-traffic department labour and other related costs,
- joint facility costs,
- machinery maintenance,
- property taxes.

Submissions to the Canadian Transport Commission for abandonment, discontinuance, subsidy, etc., must use specific costs wherever possible. For example, labour is one of the most significant specific cost elements. Within this category, each work position related to the service or movement

is analyzed, identified and costed according to the criteria developed by a special study. Thereafter, such costs are directly assigned to the movement, service or branch line under consideration.

3. Unit Costs

The second type of cost developed under the present system is the cost per unit of output measure, or the unit cost. Here, an attempt is made to determine the cause and effect relationships between the measure of work (gross ton-miles, car-miles, etc.) and the expenses related to that work. Such relationships are usually established through various statistical techniques, such as direct analysis or simple or multiple regression analysis.

Normalization

Although expenses are reported in the accounting system on an annual basis, estimates of cost reflect expenditures averaged for periods up to five years, depending on the type of expense involved. The use of a number of years' expense and output data to form the dependent and independent variables in cost analysis is considered necessary because the incidence of cost in any given year (for example, the wearing out of road property and equipment caused by the subject traffic or service) may not result in a related expenditure in the same year (such as roadway maintenance expense); the expense, in many cases, occurs in a later year. In order to smooth out the unevenness that would be associated with costing on a one-year data base, several years' expense and output data are aggregated. The definition of these periods is, of course, important, as is the application of suitable price indices to eliminate the effects of changing factor prices on the measurement of year-to-year expenses.

Methods of Estimation

Although some UCA expense accounts are analyzed individually for costing purposes, a large proportion of expenses are analyzed using groups of accounts, or groups of portions of accounts, called cost complexes. For example, Canadian Pacific develops a yard expense cost per switching-mile from a number of UCA accounts and this total is called the Yard Expense "Complex".

Having grouped the expenses, output units must be associated with each cost complex. Most of this work was done at the time of the Cost Inquiry of 1967-69, and in subsequent special studies. In general, two types of output units are used to develop unit costs. Most operations and maintenance expenses are related to physical work units, while many of the administrative, supervisory and overhead expenses are related to other sets of expenses. For example, freight car maintenance is explained by the physical variables car-days and car-miles. The maintenance of the shops and enginehouses (where the rolling stock maintenance is performed) is explained by total equipment maintenance expenses (for locomotives, freight cars, work

equipment and other equipment). This process is referred to as cost pyramiding, where costs which can be viewed as indirect or overhead are allocated on a (usually) proportional basis to direct costs.

In general, the output measures used to explain the various cost complexes have been chosen on the basis of a general operations knowledge of causality. Sometimes these have been chosen on the basis of especially conducted engineering studies, with the final selection of competing variables made on the basis of statistical evidence.

The actual analytical technique chosen for costing a particular complex depends upon the nature of the expense, the purpose for which it is being analyzed, and the availability of appropriate accounting and operational data. Three basic methodologies are used:

(i) direct assignment
(ii) direct analysis
(iii) regression analysis

Direct Assignment

Direct assignment of costs is used whenever it is possible to determine which particular traffic movement caused the given cost to be incurred. This method is also used where costs can be directly associated with larger service groups such as passenger service or branch line operations. Cost of capital and depreciation of roadway for determining branch line subsidy payments is one example of costs handled using direct assignment. Generally, this method leads to identification of specific costs.

Direct Analysis

Direct analysis is employed in cases where expenses are expected to vary directly with a single related measure of output. In this case, total expenses (for example, yard fuel consumption) is divided by the total of the explanatory variable (for CP in this example, yard-switching miles) to produce a unit cost. Expenses need not be 100% variable with output to use this methodology. For example, CN uses direct analysis for costing 87% of communications expenses, the remaining 13% being deemed fixed costs. Mathematically, direct analysis takes the form,

$$a\Sigma C = b\Sigma X, \text{ or } b = \frac{a\Sigma C}{\Sigma X}$$

with a being the proportion of total expenses, ΣC, which are variable with total output, ΣX. The unit cost is b.

Regression Analysis

Regression analysis is used when expenses are expected to vary partially with traffic but at some unknown rate, or where expenses are assumed to be dependent on two or more separate output measures. The technique is a statistical method of estimating the parameters of the relationship

$$\Sigma C_i = a + b_1 \Sigma X_{1i} + b_2 \Sigma X_{2i}$$

where C_i is the expense observed in region i, and X_{1i} and X_{2i} are the output measures observed in region i. The estimated parameter, a is interpreted as representing the non-variable portion of the expense, while parameters b_1 and b_2 represent the unit cost associated with the output variables.

A number of statistical models are examined as the basis of individual cost models with the initial selection being on the basis of the best fit. Statistical tests are not considered a sufficient condition for the acceptance or rejection of the cost function, because even a high degree of correlation does not necessarily imply a reasonable cause-effect relationship. Therefore, two further tests are applied. The "common sense test" evaluates the independant variables based on past experience and knowledge of railway operations, as well as probable cost behaviour. If, according to this test, the relationships are considered reasonable, and the statistical tests are good, the cost function will be accepted by the CTC. However, if the statistical tests show poor results but the logic is sound, the cost function may be accepted with the understanding that this is the best that can be done under the present system. As a final test, the selected cost model is used to estimate the actual expenses on a division-by-division basis to determine the relative accuracy of its prediction.

4. Costing of Freight Service

Having presented an overview of the Canadian costing system, a brief summary of costing procedures used for freight traffic will be outlined for various categories of expense.

The discussion of costs, under the general headings of trains, cars, line, other station and terminal, traffic and general administration is, for the most part, extracted from the Canadian National and Canadian Pacific costing manuals. The categorization is somewhat arbitrary — particularly with respect to such items as communications (included here under other station and terminal) and classification and other yard expenses which are discussed incidentally under several categories.

(a) Trains

The costing methodology of Order R-6313 only partially distinguishes between train types, and between different train runs. A mix of system-wide average unit and service-specific costs are calculated. Train type and run differences are often reflected in the costing system insofar as different movements involve varying numbers of costing units (switching minutes, train-miles, gross ton-miles, locomotive-unit-miles, etc.). The railways' costing manuals break down train costs into the following:

i) Maintenance of locomotives, for which a cost per unit-mile is calculated by locomotive horsepower ratings.

ii) Train crew, for which an average cost per train run is calculated from train trip reports.

iii) Fuel, for which train fuel expenses are allocated on a cost per gallon basis, while yard fuel expenses are allocated on a yard-switching minute basis.

iv) Certain transportation superintendence and similar expenses, for which unit cost per train-mile and switching-mile or dollar of transportation expense are (in part) calculated using regression analysis. Other unit costs in this category are developed on a direct analysis basis, using miles of road, carloads, etc.

v) Maintenance of shops and enginehouses, for which a unit cost per dollar of all equipment maintenance activity is calculated.

vi) Maintenance of fuel stations, for which a unit cost per dollar of fuel is calculated.

vii) Locomotives (capital charges and depreciation), for which a cost per unit-mile (by horsepower category) is calculated.

viii) Shops and enginehouses (capital and depreciation), for which a cost per dollar of all equipment maintenance activity is calculated.

ix) Fuel stations (capital and depreciation), for which a cost per dollar of fuel expenses is calculated.

Some other train costs--especially those for the transfer type movement--are costed on the basis of a unit cost per switching-mile.

(b) Cars

Pursuant to recent revisions, major car maintenance expenses and capital investment are recorded by 17 different car categories, resulting in the ability to determine costs for each of these 17 categories.

The maintenance and servicing expenses for freight cars are broken down by activity, and sometimes car type, each being costed separately, as follows:

i) Main shop repair expenses are divided into time-related and mileage-related portions by a system-wide percentage and then divided by car-days and car-miles, respectively to yield unit costs for a number of car types.

ii) Running repair expenses are costed on a mileage basis.

iii) Cleaning expenses are costed on the basis of carloads for a number of car types for Canadian National and by car-miles for Canadian Pacific.

iv) Refrigerator car expenses are divided by car-miles to establish unit costs.

v) Shop facilities are costed by calculating a unit cost per dollar of all maintenance activity.

vi) Special grain doors have been examined by special studies and an average cost per box carload determined assuming 100% variability.

vii) Freight car capital costs are costed using a similar methodology as main shop repairs, with different splits between the time-related and use-related components.

(c) Line Costs

As with train and car costs, the regulatory costing system for track and structures is designed to produce system average costs. There are, however, with the exception of subsidized branch lines, almost no disaggregations. Similarly, although geographical and geotechnical conditions that characterize certain trackage may require intensive maintenance, only the average costs (per ton-mile of traffic) are applied. The current system treats line-related costs under the following categories:

i) Maintenance of roadway, for which a unit cost per gross ton-mile and switching-mile is computed using regression analysis.* The expenses for maintaining both line and yard trackage are aggregated in this procedure, and equated miles of track considered as adjustments to the constant terms of the regression.

ii) Road maintenance superintendence and other, for which a unit cost per dollar of road maintenance expense is computed.

iii) Maintenance of work equipment, for which a unit cost per dollar of road maintenance expenditure is calculated. (Certain other equipment maintenance overheads are costed on the basis of a cost per dollar of equipment maintenance expenditure).

iv) Maintenance and operation of signals, for which a unit cost is calculated for train-miles and switching-miles (CN) or train-hours and switching-miles (CP), aggregating the modern Centralized Traffic Control and the older Automatic Block and train-order systems used on lighter-density lines.

v) Cost of capital and depreciation, for which a unit cost is created for roadway, work equipment, and signals, on the same basis as the relevant maintenance accounts.

(d) Traffic Expenses

The costing procedure for traffic expenses (marketing) generally develops system-wide averages for different traffic types. The two main account groupings are:

i) Freight sales expenses (traffic) are costed on the basis of a number of traffic categories (excluding grain, CN uses 39 and CP 5 groupings). Variability is fixed at 55.2%. Unit costs for each traffic group are determined by dividing the costs by net ton-miles or revenue ton-miles.

ii) Freight claims are costed on a carload (CP) or net tonnage (CN) basis for each of a number of traffic categories using direct analysis.

---

*Excluding various account adjustments for vacations, administration, etc.

(e) Other Station, Yard and Terminal Expenses

This overall grouping includes some of the terminal expenses and certain general types of support service expenses. Some yard (classification) expenses are included in this category, but others — for example, yard and terminal track roadway expenses — are costed under the general heading of line costs. The railway communications system is an example of a general support service, its expenses being related to all other railway expenses. Some costs in this grouping are directly attributable to physical work units, while others are attributable to other cost complexes (pyramiding). The major cost complexes in this grouping are:

i) Station employees and expenses are divided into fixed and variable (with carload) components on the basis of a multiple linear regression against carloads. The passenger portion of station expenses is directly assigned.

ii) Maintenance of stations and office buildings, for which unit costs are determined by regression against total station expenses.

iii) Station depreciation and capital costs are treated similarly to station maintenance.

iv) Yard locomotive fuel for which a cost per unit-mile is determined by direct analysis.

v) Yard general expenses (trainmen, yardmasters, yard supplies, etc.) are costed, partially using direct analysis, and partially through regression analysis. In both cases, the independent variable is yard-switching miles (minutes). It is relevant to note that CN and CP use different aggregations of expenses under the various yard expense categories.

vi) Maintenance and operation of grain elevators, wharves, etc. are costed by direct assignment where traffic requires the use of these facilities. Capital costs of these facilities are also directly assigned on the basis of utilization.

vii) Maintenance and operation of vessels; costs are determined from company records where specific traffic requires these services.

viii) Communication expenses have been determined to be 13% fixed. The variable portion is costed by

direct analysis to yield a cost of communications per dollar of a collection of various other expenses. Capital costs for the communications system are treated similarly.

(f) General Administration

Administrative expenses are costed as system-wide allocations based on various other expense groupings. A few of the expenses are, however, related to physical work units. There are four main administrative categories.

i) Administrative expenses are handled similarly by the two Class I railways. CP, after adjusting for those expenses which can be directly assigned, allocates 87% of this on the basis of unit cost per dollar system total expenses in a number of operating accounts.

ii) Insurance expenses are treated somewhat differently by CN and CP. CN segregates these expenses into several categories for distribution among the appropriate independent variables by direct analysis. For example, liability insurance is charged on the basis of labour expense, while rolling stock damage insurance is charged to car-miles. CP calculates insurance expenses as a cost per dollar of total expenses, according to the ratio of claims, for each of a number of operating and maintenance accounts.

iii) Pension expenses are treated by dividing by total labour dollars to yield a pension per direct labour cost.

iv) Other railway (non-income) taxes are divided into three sub-groups--payroll, sales and property. Payroll taxes (the company portion of Unemployment Insurance and Canada and Quebec Pension Plans) are related by direct assignment to total labour expense, to yield a tax cost per dollar of labour. Sales taxes are related in the same manner to total materials expenses except for fuel tax. CP includes this with the fuel cost, whereas CN develops a separate unit costs. Property taxes are allocated on the basis of the ratio of taxes to gross investment in each of the property accounts. These tax ratios are then applied to the investment ratios previously calculated for each investment account. Thus, property taxes are

related to the same output units as capital costs. Direct assignment of taxes is used wherever possible for costing branch lines.

5. Costing of Passenger Service

Starting in 1977, intercity rail passenger services were transferred to VIA Rail, a new class I railway, from Canadian National and Canadian Pacific. VIA purchases the vast majority of its services, including line-haul and equipment maintenance, from CN and CP, at prices based on the costs of these services. Accordingly, the rail costing system has been adjusted to permit identification of VIA-related expenses incurred by CN and CP. This has required some departures from the approach to costing rail freight transport, described above, although the underlying principles have remained the same. The following is a description of costing of rail-passenger service at present in Canada. Some expense items are common to both freight and passenger services, and are costed together, while other items which are specific to passenger service are costed on their own.

(a) Items Costed in Common with Freight Service

i) Roadway Maintenance

Remains as described previously. Passenger and freight statistics are used in common (i.e. gross ton-miles, yard and train-switching, equated road-miles) as independent variables in a regression analysis.

ii) Cost of Capital and Depreciation for Roadway

As for roadway maintenance above.

iii) Station and Office Buildings: Maintenance, Depreciation, Cost of Capital

Related to wages of employees working in the station or office buildings by regressive analysis (CN or CP plus VIA employees). Specific expenses are directly assigned (see below).

iv) Water and Fuel Stations: Maintenance, Depreciation, Cost of Capital

Related by regression analysis to total fuel used for yard and road operations.

v) Shops and Enginehouses: Maintenance, Depreciation, Cost of Capital

Related by regression analysis to equipment maintenance performed.

vi) Communications Expenses: Operations, Depreciation, Cost of Capital

Related by direct analysis to total operating expenses, with the assumption that this item is 87% variable.

vii) Signals: Maintenance, Operations, Depreciation, Cost of Capital

Related by regression analysis to train hours or miles and yard and train-switching miles.

viii) Power Plant Systems and Machinery: Maintenance, Depreciation, Cost of Capital

Related by regression analysis to equipment maintenance performed and to station employees within a station (including VIA).

ix) Diesels (Owned by CN or CP): Maintenance, Depreciation, Cost of Capital, Servicing

Related by direct analysis to system unit miles by category; maintenance and ownership costs are charged to VIA when extra power is supplied.

x) Passenger and Freight Cars (Owned by CN or CP)

Related by direct analysis to miles, and charged to VIA when the cars are required; the remaining CN and CP passenger cars are primarily commuter equipment.

xi) Work Equipment

Related by direct analysis to total roadway maintenance expenses.

xii) Shop Machinery

Related by regression analysis to total equipment maintenance expenses.

xiii) Superintendence Expenses

By functional category, e.g. road maintenance. For CP, related by regression analysis to the expenses of the activity performed. For CN, supervisory expenses are generally categorized under the actual activity or as general administration.

xiv) Yardmasters and Clerks

Related by regression analysis to yard-switching miles.

xv) Yard Expenses

Related by direct analysis to yard-switching miles or car-miles.

xvi) Fuel and Power in Yards

Related by direct analysis to appropriate miles.

xvii) Train, Locomotive, and Other Supplies and Expenses

Related by direct analysis to appropriate miles.

xviii) General Expense Accounts

Related to total system expense (excluding certain expenses such as depreciation) assuming 87% variability of this item.

xix) Pensions and Other Benefits

Related to system labour expense on a pro-rata basis.

xx) Property Taxes

Related to dollars of direct investment by property account and thence by investment coefficients to actual output statistics.

(b) Items Costed Specifically

i) Passenger Cars: Maintenance, Cleaning, Supplies

Directly assigned from specific accounts or sub-accounts; overhead expenses are related, by

regression and direct analysis, to the total maintenance performed.

ii) Locomotives: Maintenance and Supplies

As for passenger cars above.

iii) Fuel

By direct assignment and direct analysis of specific sub-accounts.

iv) Train Crew Wages

By direct assignment and direct analysis related to trips operated.

v) Station Employee Wages

Develop from special studies, and by direct assignment and direct analysis.

vi) Traffic Wages

Related by direct assignment and direct analysis where applicable to a passenger-train service; material expenses are pro-rated as a ratio of labour expenses.

vii) Snow Removal Wages

As for traffic wages above.

viii) Sleeping Car and Dining Car Expenses

Directly assigned from specific accounts.

ix) Damage to Property and Injuries

Directly assigned from specific sub-accounts.

x) Passenger Facilities: Maintenance, Depreciation, and Cost of Capital

Directly assigned where such expenses can be identified directly, e.g. use of a specific part of a station building. Otherwise related to wages of employees (see above).

xi) Taxes on Passenger Facilities

Identified by special studies, and related, by direct assignment and direct analysis, to actual usage of the facilities.

xii) Train Supplies

Direct assignment of specific sub-accounts.

xiii) Equipment Rents

Related by direct assignment to mileage and time in use.

Appendix B

NUMERICAL EXAMPLE

To provide a better understanding of railway costing procedures, this Appendix provides a numerical example of how the cost of a hypothetical block of traffic is developed. The costing system used here is the Canadian system, described in Section 2 of Appendix C; it calculates long-run avoidable costs.

The hypothetical traffic to be costed is a carload of frozen meat, shipped from Point A on the Canadian Prairies, via Points B and C, to Point D on the West Coast of Canada (Pacific region). The distances from A to B, B to C, and C to D are 110 miles, 120 miles, and 130 miles, respectively; these distances take actual routing into account. The shipment takes place in a refrigerator car of tare weight equal to 40 tons; the contents weigh 80 tons.

The analysis proceeds in three stages. The first makes adjustments for empty returns; the second calculates work units required for the shipment; and the third applies unit costs to the work units, adds any specific costs, and develops the total traffic cost as the sum of all these.

A. EMPTY RETURNS

The first step is to incorporate the amount of empty returns caused by the shipment. On the basis of historical statistics on the use of refrigerator cars, the empty return ratio (ERM) is 27 for the movement from A to B;* 68 for the movement from B to C; and 81 for the movement from C to D. Thus, to calculate the number of tons of movement caused by the shipment, the tare weight is augmented by the empty return ratio, to account for the empty backhaul that occurs on average:

Movement	Tare-Tons		ERM		Total Tare Weight		Content Weight		Total Weight
A to B	40	x	1.27	=	50.8	+	80	=	130.8
B to C	40	x	1.68	=	67.2	+	80	=	147.2
C to D	40	x	1.81	=	72.4	+	80	=	152.4

The shipment in question causes 130.8 tons to be moved between A and B, 147.2 tons between B and C, and 152.4 tons between C and D, once the appropriate adjustment is made for empty backhaul.

---

*An empty return ratio of 27 from A to B means that, for every 100 cars shipped full from A to B, on average 27 will be returned empty from B to A; this is usually due to imbalance in traffic using that type of car.

B. **WORK UNITS**

The next step is to measure the level of intermediate processes (line haul, switching, etc.) needed to produce the traffic in question. This involves the development of nine types of work units (or service units, as they are also called) for the overall movement A-D.

1. **Thousand Gross Ton-miles (MGTM)**

This measure is merely total weight of the shipment, multiplied by the distance, to produce thousand gross ton-miles (MGTM):

Movement	Total Weight		Mileage		MGTM
A to B	130.8	x	110	÷ 1 000	14.388
B to C	147.2	x	120	÷ 1 000	17.664
C to D	152.4	x	130	÷ 1 000	19.812
				Total MGTM	51.864 or 52

2. **Car-miles (CM)**

This measure is the distance covered by the cars needed for the shipment, i.e. one car adjusted for average empty returns, to produce car-miles (CM):

Movement	Loaded Miles		ERM	Total Car-miles
A to B	110	x	1.27	139.7
B to C	120	x	1.68	201.6
C to D	130	x	1.81	235.3
			Total car-miles (CM)	576.6 or 577

3. **Car-days (CD)**

Car-days are developed from car tracing systems. For the shipment under consideration here, on average, the following is required for the one car used:

	Days
Car loading	2
Loaded movement	1
Empty movement	1
Car unloading	2
Idle time	3
Total car-days (CD)	9

4. Diesel Unit-miles

Motive power must be provided for the shipment. The more tons a train weighs, the more diesel units needed to pull it. As well, required motive power depends on grades, curvature, etc.; e.g. relatively more motive power is needed over the Rocky Mountains than across the Prairies. Finally, typically a mix of diesel units are used, with different diesel units differing in tractive capacity (measured in horsepower).

On movements between A and B, from historic records, moving one ton on average requires 0.0000809 diesel units rated up to 1 400 hp, 0.0000590 diesel units rated between 1 500 and 2 000 hp, 0.0000500 diesel units rated between 2 100 and 3 000 hp, and 0.0000454 diesel units rated over 3 000 hp.

On movements between B and C, moving one ton on average requires 0.0000583 diesel units rated between 1 500 and 2 000 hp, 0.0000520 diesel units rated between 2 100 and 3 000 hp, and 0.0000437 diesel units rated over 3 000 hp.

On movements between C and D, moving one ton on average requires 0.0000550 diesel units rated between 1 500 and 2 000 hp, 0.0000484 diesel units rated between 2 100 and 3 000 hp, and 0.0000407 diesel units rated over 3 000 hp.

We can now calculate how many diesel unit-miles, by type of diesel unit, are required on average for the shipment under consideration:

Type of Diesel Unit	Movement	Diesel Units per Ton		Tons		Miles		Diesel Unit-miles	
up to 1 400	A to B	0.0000809	x	130.8	x	110	=	1.164	or 1
1 500-2 000	A to B	0.0000590	x	130.8	x	110	=	0.849	
	B to C	0.0000583	x	147.2	x	120	=	1.030	
	C to D	0.0000550	x	152.4	x	130	=	1.090	
								2.969	or 3
2 100-3 000	A to B	0.0000500	x	130.8	x	110	=	0.719	
	B to C	0.0000520	x	147.2	x	120	=	0.919	
	C to D	0.0000484	x	152.4	x	130	=	0.959	
								2.597	or 3
over 3 000	A to B	0.0000454	x	130.8	x	110	=	0.653	
	B to C	0.0000437	x	147.2	x	120	=	0.772	
	C to D	0.0000407	x	152.4	x	130	=	0.806	
								2.231	or 2

Thus, the shipment requires one diesel unit-mile of a diesel unit rated up to 1 400 hp, three diesel unit-miles of a unit rated between 1 500 and 2 000 hp, three diesel unit-miles of a unit rated between 2 100 and 3 000 hp, and two diesel unit-miles of a unit rated over 3 000 hp.

5. Train-hours (TH)

In the calculation of long-run avoidable costs, some part of the train movement from A to D is deemed attributable to the shipment under consideration here: if there were less traffic, fewer trains would be needed to move it. Using historical records, on average, it requires 0.00351 train-hours to move one ton between A and B, 0.00670 train-hours to move one ton between B and C, and 0.00745 train-hours to move one ton between C and D. Hence the total number of train-hours required for the shipment is obtained as follows:

Movement	Train-hours per ton		Tons	Train-hours
A to B	0.00351	x	130.8	.459
B to C	0.00670	x	147.2	.986
C to D	0.00745	x	152.4	1.135
			Total train-hours	2.580 or 3

6. Train-miles (TM)

The logic of including train-miles in the service units, and the method of calculating them, is the same as for train hours, described above. It is assumed that the train has a caboose, so caboose-miles equal train-miles. Using historical records, the train-miles required on average are obtained as follows:

Movement	Train-miles per Ton		Tons	Train-miles
A to B	0.00310	x	130.8	.405
B to C	0.00595	x	147.2	.876
C to D	0.00685	x	152.4	1.044
			Total train-miles	2.325 or 2

7. Crew Wages

Crew wages are calculated as specific costs applicable to a movement between two points. A portion of crew wages is assigned to causal traffic, when long-run avoidable costs are calculated. The logic and method are the same as that used for train hours, described above; the results are as follows:

Movement	Crew Wages per Ton		Tons	Crew Wages
A to B	$ 0.08843	x	130.8	$ 11.57
B to C	0.09560	x	147.2	14.07
C to D	0.09360	x	152.4	14.26
		Total crew wages		$ 39.90 or $40

8. **Gallons of Fuel**

The gallons of fuel consumed are expressed for each movement as an average per ton, based on historical records. Because of input price differences, they are shown differently for the Prairie region (movements between A and B) and for the Pacific region (movements between B and C, and between C and D). The method is as usual:

Region	Movement	Gallons of Fuel per Ton		Tons		Gallons of Fuel
Prairie	A to B	0.06175	x	130.8	=	8.077 or 8
Pacific	B to C	0.06525	x	147.2	=	9.605
	C to D	0.07625	x	152.4	=	11.620
						21.225 or 21

Thus, the shipment under consideration requires 8 gallons of fuel in the Prairie region and 21 gallons of fuel in the Pacific region.

9. **Yard- and Train-Switching Minutes (YSM AND TSM)**

Yard switching occurs at the terminals at A and D, as well as some industrial switching on sidings belonging to customers (shippers or consignees). Train switching occurs at the intermediate points B and C.

	Yard-Switching Minutes
A - terminal	20
- industrial	50
D - terminal	30
- industrial	30
Total yard-switching minutes	130

	Train-Switching Minutes
B	5
C	10
Total train-switching minutes	15

10. **Summary**

In summary, the following service units are needed to ship one carload of frozen meat from Point A to Point B. These service units in turn serve as "independant variables" in the costing process.

Variable Number	Name	Level Needed
1	1000 gross ton-miles	52
2	Car-miles, box and auto-box cars	577
3	Car-miles, insulated box cars	577
4	Car-days, insulated box cars	9
5	Diesel unit-miles, 1 000-1 400 hp	1
6	Diesel unit-miles, 1 500-2 000 hp	3
7	Diesel unit-miles, 2 100-3 000 hp	3
8	Diesel unit-miles, over 3 000 hp	2
9	Diesel unit-miles (all types)	9
10	Train-hours	3
11	Train-miles	2
12	Caboose miles	2
13	Gallons of fuel - Prairie region	8
14	Gallons of fuel - Pacific region	21
15	Yard-switching minutes	130
16	Train-switching minutes	15
17	Carloads originated	1
18	Carloads terminated	1

C. CALCULATION OF COSTS

In the third and final step, unit costs (derived separately) are applied to each of the service unit measures to obtain costs for the corresponding intermediate processes. Specific costs are added, and a total cost is calculated. The detailed calculation for the shipment under consideration is shown below; the total long-run avoidable cost of this traffic block is $541. The reader is reminded that this is a hypothetical movement, constructed as an example of cost calculation. Similarly, the unit costs shown are changed somewhat from true unit costs, to preserve confidentiality; they are included merely for purposes of illustration.

	COST DESCRIPTION	ACCOUNT	SERVICE UNITS INDEPENDENT VAR.	SERVICE UNITS VALUE	UNIT COSTS LABOUR	UNIT COSTS OTHER	COSTS LABOUR	COSTS OTHER	TOTAL COST
1	Maint-Yd DSLS	311A	Yard Swit Min	130	0.07192	0.04967	9	6	15
2	Maint-Rd DSLS	311A	DSL Miles 10-14	1	0.64282	0.43967	1	0	1
3	Maint-Rd DSLS	311A	DSL Miles 15-19	3	0.54204	0.51658	2	2	4
4	Maint-Rd DSLS	311A	DSL Miles 20-29	3	0.36311	0.43517	1	1	2
5	Maint-Rd DSLS	311A	DSL Miles 30-Over	2	0.26048	0.30521	1	1	2
6	Maint-Rd DSLS	311A	Train Swit Min	15	0.06429	0.04397	1	1	2
10	Maint-Wk Eqpt	326	Total 14-27	25	0.03050	0.01801	1	0	1
11	Stn Emp & Exp	373-376	Crlds Originate	1	7.70292	2.40608	8	2	10
12	Stn Emp & Exp	373-376	Crlds Terminate	1	7.70292	2.40608	8	2	10
15	Maint - Rdwy	202 CX	1000 GRM	52	0.17373	0.06340	9	3	12
20	Maint - Rdwy	202 CX	Yard Swit Min	130	0.06880	0.02357	9	3	12
21	Maint - Rdwy	202 CX	Train Swit Min	15	0.06880	0.02357	1	0	1
29	Ydmstrs & Clrks	377	Yard Swit Min	130	0.18256	0.0	24	0	24
30	Yard Expenses	378 CX	Yard Swit Min	130	0.62085	0.02972	81	4	85
31	Train Crew Wages	392-401	Spec - Crew Wages	0	0.0	0.0	40	0	40
34	Train Fuel - Frt Trains	394	Gal - Prairie	8	0.00481	0.42792	0	3	3
35	Train Fuel - Frt Trains	394	Gal - Pacific	21	0.00484	0.43121	0	9	9
37	Yard Loco Fuel	382	Yard Swit Min	130	0.00311	0.06029	0	8	8
40	Train Supplies, Expenses	398-400	Dsl Unit Mi (All)	9	0.16363	0.08539	1	1	2
44	Clgn-Box, Auto-Box Cars	402	Rx, Auto-Bx, CM	577	0.00175	0.00147	1	1	2
46	Lubric, Insp Frt Cars	402	Cm Insltd Bx	577	0.00723	0.00186	4	1	5
61	Frt Claims	418	See Summary Sheet	0	0.0	0.0	0	10	10
62	Maint-Signals, Trn Cntl	249 CX	Train Hours	3	10.17786	1.89750	31	6	37
63	Maint-Signals, Trn Cntl	249 CX	Yard Swit Min	130	0.07499	0.02216	10	3	13
64	Maint-Signals, Trn Cntl	249 CX	Train Swit Min	15	0.07499	0.02216	1	0	1
65	Maint-Stn, Office Bldgs	227	Total 11-12	20	0.03471	0.02296	1	0	1
70	Maint-Shp, Power Plant Mach	302	Total 1-12	47	0.02485	0.01219	1	1	2
71	Superintend - Rd Maint	201 CX	Total 14-28, 65-69	26	0.13388	0.06710	3	2	5
72	Superintend - Eqpt Maint	301 CX	Total 1-10	27	0.04189	0.04433	1	1	2
73	Superintend - Trnsp	371 CX	Total 11-13, 26-61	208	0.04949	0.04976	10	10	20
74	General Admn	451 CX	Total 1-73	341	0.02985	0.01487	10	5	15
75	Communications	247, 407	Total 1-73	341	0.00152	0.00828	1	3	4
76	Traffic - Frt	351 CX	Spec - Traffic Frt	0	0.0	0.0	10	7	17
78	Company Pension	457	Total 1-76 (Lab)	281	0.16529	0.0	46	0	46
79	Can Pension & UIC	468	Total 1-76 (Lab)	281	0.02925	0.0	8	0	8
80	Sales Taxes	468	Total 1-60, 62-76	86	0.0	0.03236	0	3	3
82	Property Taxes - Rdwy	468 2.5 CX	1000 GTM	52	0.0	0.05028	0	3	3
87	Property Taxes - Rdway	468 2.5 CX	Yard Wit Min	130	0.0	0.02243	0	3	3
98	Property Taxes - Signal	468 27	Train Hours	3	0.0	0.50583	0	2	2
120	OCS-Non Rev Frt 1-60, 62-74A	OTH	122-139, 141-144 D	94	0.02018	0.01529	2	1	3

	COST DESCRIPTION	ACCOUNT	SERVICE UNITS		UNIT COSTS				
			INDEPENDENT VAR.	VALUE	DEPRECIATION	COST OF MONEY	DEPRECIATION	COST OF MONEY	TOTAL COST
122	Dep Com Rdwy	266 2.5 CX	1000 GTM	52	0.07267	0.24005	4	12	16
127	Dep Com Rdwy	266 2.5 CX	Yard Swit Min	130	0.06257	0.10702	8	14	22
128	Dep Com Rdwy	266 2.5 CX	Train Swit Min	15	0.06257	0.20702	1	2	3
133	Dep Com Signals	266 27	Train Hours	3	1.10925	1.83530	3	6	9
134	Dep Com Signals	266 27	Yard Swit Min	130	0.00654	0.01082	1	1	2
136	Dep Com Stns & Off Bldg	266 16, 16.5	Total 11-12	20	0.03393	0.10706	1	2	3
139	Dep Com Shps & Enghses	266 20	Total 1-10	27	0.00675	0.01921	0	1	1
147	Dep Com Yard Dsls	331 52	Yard Swit Min	130	0.02708	0.00848	4	1	5
149	Dep Com Road Dsls	331 52	Dsl Miles 15-19	3	0.23885	0.27616	1	1	2
150	Dep Com Road Dsls	331 52	Dsl Miles 20-29	3	0.18081	0.20905	1	1	2
157	Dep Com - Insltd Bx Cars	331 53	Cm Insltd Bx	577	0.00343	0.00552	2	3	5
178	Dep Com Insltd Bx Cars	331 53	CD - Insltd Bx	9	1.12910	1.82144	10	16	26
			TOTAL						$ 541

Appendix C

COST OF CAPITAL ISSUES

1. Historic vs. Current Value Approaches

Railway operations require large investments in long-lived assets: track and way, rolling stock, terminals and yards, etc. As discussed in Chapter 2, such capital assets correspond to a flow of services over time; hence their costs are joint costs, used to produce outputs and accommodate traffic in different time periods. A major problem in railway costing is how to distribute the cost of capital assets over different time periods.

One approach is to treat capital assets as being financed by a (sinking fund) loan to the railway. Thus, capital charges provide for a return of the amount of the investment, and an annual return on the amount of the investment. The return of the investment, called depreciation, is distributed over the useful life of the asset, either according to the passage of time (e.g. car-days, car-years) or according to the use of the asset (e.g. car-miles) or a combination of both. Straight-line depreciation will assign equal depreciation costs to all time periods (or to all units of usage), while declining-balance depreciation will assign larger depreciation costs to early time periods and smaller costs to later time periods. Other forms of depreciation are also used, in an attempt to reflect the changes in value of the assets in question. In all cases, however, the depreciation schedules are designed to receive a total number of dollars equal to the original outlay less residual (salvage value).

In addition to the return of investment, capital charges include a return on investment. If the investment in a capital asset had not taken place, an alternative investment could have been undertaken. Thus, the rail asset has an opportunity cost, equal to the return on the most profitable investment not undertaken. In an economy with financial markets, rates of return on investments of similar risk tend to be equalized; thus, the return on investment can be measured by (1) observing the financial market's rate of return corresponding to that type of investment, and (2) applying that rate of return to the net investment or net book value of the asset, measured by the original outlay less the accumulated depreciation to date. This procedure yields a return similar to that on a bond issue which is progressively retired over time; in this sense, the opportunity cost is measured.

(If the economy in question does not have well-developed financial markets, alternative methods must be found for imputing a rate of return on investment. Ideally, such shadow prices of capital will reflect other productive opportunities. In centrally planned economies, rates of return on

various investments may flow from government decisions on capital allocation.)

The approach just outlined will usually produce capital charges for a given asset that decline over time: this is due to the fact that the net book value, and hence return on investment, decreases. However, the usefulness of an asset will often stay the same over its lifetime, assuming adequate maintenance. Thus, declining capital charges may not properly indicate the use of an asset. This is sometimes known as the "front-end load" problem. This problem tends to disappear if a railway has a great many assets of a given type which must be replaced over time in a more or less uniform manner: while one asset is at the beginning of its useful life, another will be near the end of its useful life, and capital charges tend to be level in real terms. On the other hand, large infrequent investments, such as a tunnel, will not be averaged away, and may introduce some distortion in the time pattern of capital charges.

An alternative approach, that eliminates the "front-end load" problem, is to combine return of investment and return on investment into a single stream of capital charges extending over the useful lifetime of the asset. As long as the net present value of these capital charges, discounted at the proper rate of return, is equal to the original outlays for the asset, the time pattern can be chosen to reflect the usefulness of the asset. In particular, for an asset that maintains its usefulness over its life, capital charges can be chosen to be equal (in real terms) for each time period. Thus, capital charges could increase with anticipated increases in asset prices. Such an approach is analogous to a "mortgage-type" load, when the loan is extinguished by a stream of equal payments (in real terms). It amounts to recovery of original investment, "trended" for inflation, plus appropriate interest. As in the previous method, the capital charges will reflect opportunity costs; the main difference in the two approaches is in the time profile of charges, i.e. the problem of allocation of costs over time.

The two approaches discussed so far treat capital investments analogously to loans, with capital charges designed to match the original investment. It is assumed implicitly that the investment decision abstracts from or ignores capital gains or losses arising from changes over time of asset prices. Such gains or losses implicitly benefit or impose a burden on the railway and, hence, on its users. The investors (private individuals, government, etc.) are insulated from such gains and losses (in terms of the accounting system, if not in terms of "quality" of earnings).

A different approach considers capital investments analogously to equity positions, rather than loans, with capital gains and losses attributable to investors. This approach bases capital charges for each time period on the **current value** of the assets, rather than on the original value, trended for inflation or otherwise. Thus, assets will be revalued each period and the periodic capital charge will take into account capital gains and losses arising from charges in the price of the asset, as well as the

return interest that could have been earned in an alternative use. It should be noted that there are many variations of this current cost accounting approach, e.g. whether physical assets should be revalued at reproduction cost (the same technology) or replacement cost (the latest technology but the same productive capacity); whether entry values (cost of acquiring a new asset) or exit values (proceeds of disposing of an existing asset) should be used; should exit values be the selling price in the ordinary course of business (which must take time), or rather the immediately realizable price in enforced liquidation (which may involve offering a substantial discount to induce customers to come forward immediately); and what is the appropriate treatment of monetary assets and liabilities. These current value approaches to capital assets directly reflect the opportunity costs of these physical assets to their owners, who decide on their acquisition or disposition. This is in contrast to the two previous approaches, which reflect the opportunity costs of the monetary assets used to finance the physical assets.

Existing rail costing systems differ in the treatment of capital costs. In all cases, an attempt is made to causally trace the use of physical assets, to the extent possible. The valuation of those assets, and hence the carrying charges to be levied, may differ as outlined above. It must be remembered that the design of a costing system is only one of the uses of a railway's accounts. Often, the costing system must use as its input a pre-existing accounting system, whether based on historic values, trended original values, or current values of assets.

2. Rate of Return

The rate of return on an investment, corresponding to the opportunity cost of foregone alternatives, is generally recognized to be a matter of judgement, based on investors' expectations of future events. By contrast, for the valuation of assets, generally accepted accounting principles usually exist: these are usually fairly precise for historic or net book value calculations, while permitting more latitude for current value calculations.

The choice of rate of return depends on the method used for valuing assets. If historic valuation is used, so that the monetary value of assets is kept fixed (apart from depreciation), the appropriate rate of return must reflect returns available on other fixed-money-value assets, such as bonds. Such returns typically include allowances for expected inflation (or general price level changes), risk of default or more generally of variability in future earnings, risk of capital losses or gains due to changes in interest rate levels, and a real return on investment to reflect time value of money (society's preference for consumption now rather than consumption later). At any point in time, presumably, expectations of inflation and of changes in interest rate levels, as well as the real return of investment, is independent of the investment decision. Thus, alternative investments are distinguished by the degree to which their riskiness differ. In consequence, in estimating the rate of return on an investment, care must be taken in

choosing alternative investments of equivalent riskiness for purposes of comparison, e.g. appropriately risky bonds.

If valuation is in terms of general price level, i.e. original cost trended for general price level changes, then the components of the rate of return are as above, except that expected inflation is no longer included. Rather, the impact of inflation is reflected by changes in asset values. To include inflation both in the rate of return and in asset values would amount to double-counting. The net result of the general-price-level approach to valuation of assets, and corresponding use of "real" (inflation-free) rates of return, produces results broadly similar to the historic-value approach, with use of "nominal" (including inflation) rates of return. The main difference is that in the former, investors are compensated for inflation *ex post*, through changing valuation of assets; while in the latter, investors are compensated *ex ante*, through an allowance in the rate of return for expected inflation, i.e. in the latter, investors bear the risk of unanticipated inflation.

If assets are valued at current or replacement values, the appropriate rate of return includes allowance for risk due to variability of earnings, gains and losses due to changes of asset prices relative to changes in the general price level ("capital" gains and losses), and a real return on investment. Alternative investments should be chosen to reflect ownership of physical, rather than monetary, assets, e.g. common equity shares with similar risk patterns. This approach differs from the previous two in that capital gains and losses are borne by investors, while the consequences of unanticipated inflation are transferred to users of the railway.

No matter which approach is adopted, the appropriate rate of return reflects investors' expectations as to future earnings, price changes, and interest rate changes. Unfortunately, such expectations are generally not directly observable. One approach is to ask a representative group of individuals what their expectations are; but this is impractical and little used. Much more commonly, historical patterns and relationships are extrapolated to the future, either as is, or with modifications based on other (generally unquantifiable) information. As a result, considerable subjectivity exists.

Another major problem is identification of the riskiness of the investment in question, to allow comparisons with alternate uses. Riskiness is usually represented by the variability of the resulting earnings; again, anticipated variability is the relevant concept, but is often approximated by historic variability. The difficulty of measuring riskiness is compounded by the view that an investment should not be seen in isolation, but rather as part of a diversified portfolio of investments. In such an approach, certain fluctuations disappear when they are "averaged" over many investments; the riskiness of a specific investment depends only on that part of its variability that cannot be eliminated through such diversification. This gives rise to measures of risk in terms of covariance of an investment's

return with the return on other investments, and in particular a "bundle" of all other investments possible.

3. Taxes

In most countries, privately-owned companies are subject to income, real estate, and other forms of taxes. Government-owned companies, by contrast, are often exempt from some or all taxes. Some controversy exists as to the treatment of such taxes, especially taxes on income.

One position holds that costs should reflect only those taxes that are actually paid. According to this view, if tax is deferred or waived, no component of tax expense should be included, as there is no casual cost. The opposite position holds that costs should reflect the statutory tax rate, whether or not the taxes are paid. Thus, for example, if some taxes are deferred (e.g. through very generous capital cost allowances) those taxes should nevertheless be included as a cost of doing business. The reasoning behind this approach is that varying tax treatment from firm to firm, or from industry to industry, should not be allowed to distort the picture of the underlying social productivity of investments, and the compensation paid to resources used. Intermediate positions also exist; for example, deferred taxes may be recognized as a cost immediately, while being simultaneously recognized as an interest-free loan from the government to the railway. In such a case, the recognized rate of return on investment is somewhat lower, in proportion to the amount of accumulated deferred taxes relative to total investment.

Appendix D

PRICE INDICES

1. Uses of Price Indices in Railway Costing

Price indices have three major distinct uses in railway costing: (i) "smoothing" or "normalization" of expenses by combining data for several years (usually by using a simple moving average for three or five years); (ii) developing estimates of future costs, for planning and budgeting activities; and (iii) as an aid in controlling expenses.

Railway expenses, as recorded in the system of accounts, show fluctuations and do not necessarily reflect the cost incurred in any particular year. This problem is particularly severe in maintenance accounts, since maintenance can be deferred for up to several years, or can be affected by infrequent major projects. To obtain a better matching of expenses and the traffic or operations causing them, the expenses are usually averaged over three or five years; this smoothing operation is referred to as "normalization".

One problem encountered in normalization is that the price level, as well as the price of specific inputs, vary over time. As a result, simply averaging expenses, recorded in current dollars would be misleading and inconsistent. Rather, expenses must be expressed in constant dollars, reflecting the prices in the year for which costs are being estimated. To translate expenses from current to constant dollars, appropriate price indices must be developed and maintained.

A second use of price indices is in developing future costs of rail services. Since planning and budgeting decisions are forward-looking, it is future costs that are relevant. To the extent that planning and budgeting take place in current rather than constant dollars, costs must be adjusted to take into account expected changes in future prices. An example of this is the negotiation of longer-term contracts with large shippers or with government agencies to supply services over a period of several years. Such contracts will often specify annual charges, which must be designed to reflect costs of service over the life of the contract. Similarly, the funds required to finance future investment projects must sometimes be translated into requirements in the financial markets, in current dollars.

A third use of price indices is in control of expenditures. By translating future and past expenditures into constant dollars, the trend over time of the cost of a work unit can be examined. Such trends are useful indicators in themselves, and can be used as the basis for further analysis.

2. Level of Detail

The price index applicable to any category of expense should reflect the changes in prices of inputs that make up that item, as well as changes in the mix of inputs. Thus, if an expense concerns labour, the price index must capture changes in the wage rates of each type of labour that is used, as well as changes in the mix of different types of labour. To the extent that the mix of types of labour differ for various accounts, the appropriate price indices would also differ.

In practice, it is too difficult to maintain a separate price index for each account. Rather, accounts that are judged to respond similarly to price changes are grouped together, and a common price index is developed for the group. Since accounts are often distinguished by "natural" characteristics, it is common to design a price index for each such group. Generally, separate indices are maintained for labour, materials, and plant (or capital assets). In each case, the separate components and their mix are identified (e.g. grades of labour); the price of each component is then weighted by its quantity. Prices and quantities are measured over time, and a price index is developed, according to the methods described in the next section.

Often, more specific indices are also developed and maintained. For example, the Canadian National Railway Company prepares the following labour price level indices:

Roadway Maintenance
Roadway Maintenance excluding vacation
Equipment Maintenance
Crew Wages
Transportation excluding crew wages
General
Total excluding crew
Total

The index for each of the above groups is determined as follows. "An average rate per service hour paid for is determined by dividing the total compensation by the service hours worked. The average rate per service worked for of the latest year is divided by the average rate per service hour worked for each of the preceding years, thus arriving at the required labour prices. The rate determined is then compared to rates of previous years to yield the labour price indices". (CN Costing Manual, June 1982, page 58).

For material price indices, the Canadian National Railway Company calculates a price index for each of the following categories of expenses:

Roadway Maintenance
Freight Equipment
Motive Power Equipment
Transportation excluding fuel

Fuel
General
Total excluding fuel

Each of the above price indices is based on a sampling of items, chosen on the basis of an analysis of store issues by value. The most significant items are chosen for the sample, and the weight set according to the relative dollar value of store issues in a given year (currently, 1977).

In the case of plant (i.e. capital assets), special care must be taken to identify the vintage, as well as the type, of the assets covered by the index. A typical plant account will represent physical items put into place at different times, and this must be taken into account when calculating prices in constant dollars. As well, the mix of vintages will change as certain assets are retired.

The resulting price index for each "natural" category is then applied to the accounts included in that category. In systems of accounts where a given account may fall into more than one natural category, a composite price index for that account must be developed. Normalization of expense data can then proceed. As well, indices can be developed for specific and unit costs, reflecting the price indices for the underlying expense accounts.

To develop future costs, expected changes in the price indices must be specified. Such forecasts should reflect as closely as possible conditions likely to affect railway operations. For example, if available, multi-year labour contracts should be used to calculate changes in wage rates. The impact of these price indices on specific and unit costs can then be traced, and future costs of specific traffic or traffic categories can be deduced.

3. Types of Price Indices

A price index is a summary of many individual prices for a bundle of goods or input factors. Typically, the price of each component is weighted by the quantity of that component, in some fashion. Since a price index is a summary, there is no one "correct" index to be used; rather, a variety of price indices is more or less appropriate according to the type of summary desired. A large body of theory has evolved as to which price index is most appropriate in any given situation. Price indices have also been identified which are reasonable approximations in most circumstances. Such "superlative" price indices, such as the Tornquist and Fisher Ideal indices, require measurement of quantities of components each year. By contrast, a cruder index, such as the Laspeyres index, requires measurement of quantities of components only once, in a given base year; this vastly reduces the amount of work involved in maintaining the index. A compromise solution is a "chain" index, which changes the weights, based on quantities of components, only every few years.

APPENDIX E

THE ECONOMETRIC APPROACH TO RAILWAY COSTING

1. Econometric Railway Costing

The railway costing techniques described in this paper are representative of the costing systems actually employed by railways, governments, and others involved in the transport industry. Such approaches are often referred to as statistical costing. There is a quite different approach to railway costing, which dominates the academic literature, and in particular learned journals addressed to economists. This latter set of techniques draws heavily on economic theory to determine *a priori* restrictions on the costing relationships. These restrictions concern the choice of relevant variables, the level of aggregation of the data, and the functional forms of the relationships to be estimated. For convenience, we will refer to this as the econometric approach to railway costing.

The econometric approach starts by postulating the existence of a production function that relates the various outputs* of the railway to the various inputs used, e.g. labour, fuel, materials, capital assets. It is further assumed that the production function is continuous and has continuous derivatives. In practice, this assumption requires that the various inputs are homogeneous, e.g. all types of capital assets are interchangeable; it also requires that each type of input can be easily substituted for other types of inputs, e.g. labour can be exchanged for capital assets, fuel can be exchanged for materials, and so on. Other properties may also be imposed on the production function, e.g. linear homogeneity.

Next, the econometric approach assumes that the railway follows the overriding objective of maximizing profits, that the railway has no influence over the prices it pays for its various inputs (labour, fuel, etc.), and that there is perfect information and no uncertainty as to the future. From these assumptions, and from the specified production function, one can deduce a cost function: a relationship between total costs, on one hand, and the levels of outputs and the prices of the various inputs, on the other hand. In deducing the cost function it is customary, but not necessary, to assume that the railway has no control over the prices of its outputs — whether due to the fact that those prices are tightly regulated, or alternatively are set in perfectly competitive markets.

This last assumption does become necessary if, as is customary in more recent studies, the analyst is to use Duality Theory in estimating the cost function. Essentially, Duality Theory specifies that if all the above

---

*Throughout the discussion of the econometric approach, output is to be interpreted as final output, e.g. ton-miles, and not as intermediate work units, e.g. train-hours or train-miles.

assumptions are valid, one can find derived demands for the various inputs used by the railway. These derived demands are relationships between the quantities of the various inputs demanded by the railway, on the one hand, and the levels of outputs and the prices of the various inputs, on the other hand. Duality Theory further specifies that the functional forms and parameters of these derived demands are related to the overall cost function: in particular, under certain functional specifications, some of the parameters of the derived demand functions must be the same as parameters of the cost function. It is customary to estimate the cost function and the various derived demand functions simultaneously, while constraining the appropriate parameters to be equal. The result is to increase the pool of observations much more than the number of parameters to be estimated; it is hoped that this will yield more precise and statistically significant estimates of the parameters.

Many functional forms have been used for estimating cost functions, but recent econometric work almost all uses a translog form or a generalization thereof. This specifies the logarithm of the total cost as the sum of the logarithms of the various outputs and of the prices of the various inputs, as well as the cross-products of all of these terms. This type of function has a large number of parameters to be estimated, and moreover a number which increases geometrically with the number of variables in the relationship. This leads to a requirement to limit the number of variables summarizing the outputs of the railway. Unfortunately, these are multi-faceted and are difficult to capture in two or three relatively homogeneous variables, such as passenger ton-miles and freight ton-miles. To introduce a better representation of the heterogeneity of output, recent studies introduce auxiliary variables such as average length of haul and average carload density, to modify the various measures of ton-miles. Contrary to the rest of the development of the cost function, the introduction of these variables is not based on any consideration of economic theory; rather, it is an ad hoc adjustment based on common sense. The resulting cost function is generally referred to as a hedonic cost function.

The next step is to find the cost function's parameters. Data on railway expenses and outputs are collected, usually on a cross-sectional sample of distinct railways or of operating divisions of a given railway. The parameters of the cost function and the derived demand functions are constrained to reflect the limits suggested by economic theory. Some form of regression analysis is then applied to estimate the parameters. The results are examined for statistical significance and to see whether or not the signs of the parameters correspond with *a priori* expectations. If the results are not satisfactory, variables may be added or discarded, or the data may be reviewed with an eye to discarding observations that may in some way be unrepresentative. The estimation is then repeated.

2. Statistical vs. Econometric Costing

Statistical and econometric approaches to railway costing are similar in some ways. Both use observations generated from a cross-section

of railways or of divisions of a railway, and estimate a functional relationship between expenses and output measures, using some form of regression analysis. However, the two approaches differ in five important areas.

(a) The two approaches differ in the type of questions they address. Statistical studies typically try to estimate the avoidable cost (or variable cost) of a block of traffic, or of all traffic on a line or group of lines, or of a type of traffic (e.g. a commodity, passenger service). These costs can then be used in specific situations such as setting rates, investment decisions, subsidy determination, etc., by the railway, the railway's customers and competitors, and the government. By contrast, econometric studies typically address broad policy questions, especially whether or not there are economies of scale or scope, whether mergers should be encouraged or impeded, whether regulation is desirable or not. Thus, econometric studies are interested in the structure of a railway's overall costs, rather than the level of costs for specific blocks of traffic. The questions addressed by the econometric studies are more ambitious and nebulous than those addressed by the statistical studies; it is perhaps for this reason that econometric studies rarely lead to conclusive findings, and that different studies may contradict each other. These considerations as to purpose lead to the other differences between the two approaches.

(b) Econometric studies typically analyze the sum of all expenses using one relationship. It is true that, in using Duality Theory, equations may appear explaining sub-components of expenses. However, these equations are intended to represent derived demands, not cost relationships; their sole purpose is to generate more degrees of freedom from a limited number of observations; they are in no way an attempt to disaggregate total expenses and to recognize that different types of expenses may behave differently.

The underlying assumption of the econometric approach, as mentioned above, is that there exists a continuous production function with well-behaved derivatives, and thus the categorization of expenses, into different classes, doesn't matter. This is a strong assumption, but may be necessary in studies of the structure of global costs for a railway. By contrast, the statistical approach does not assume a well-behaved production function; rather, it recognizes that railway services result from a series of distinct activities, and more closely follows the model of activity analysis, which decomposes a firm's operation into constituent processes or activities.* The explicit recognition of these intermediate processes leads to the next difference between the statistical and econometric approaches.

---

*See, for example, R. Dorfman, P. Samuelson, and R. Solow, *Linear Programming and Economic Analysis* (McGraw-Hill, 1958).

(c) Econometric studies relate expenses directly to final outputs, measured in terms of ton-miles and occasionally further disaggregated into freight and passenger service or into type of commodity. As mentioned above, a variety of "hedonic" variables, such as average length of haul or car loading, may be included to modify the output variables, but their use has no direct theoretical underpinning. By contrast, statistical studies attempt to identify intermediate processes, measured in terms of work units, which are then used to relate traffic carried, on the one hand, and expenses for input factors such as labour, fuel, materials, etc., on the other hand. Essentially, the econometric approach treats the railroad as a black box, with factor inputs fed in at one end and ton-miles (as disaggregated as one likes) coming out at the other end. This analogy with a black box is appropriate if one assumes a well-behaved production function that adequately summarizes all the information about the railway's activities. The statistical approach, on the other hand, opens up the black box to trace out what goes on inside: line haul, switching, terminal activities, administration, etc.

(d) The econometric approach relies heavily on economic theory to help specify the cost function, and in some cases to specify derived demand functions for the factor inputs, intended to increase the degrees of freedom available. The functional form is often chosen to be translog, which is known to be a second-order approximation to a wide variety of well-behaved functions. The justification for the use of the translog in this way is the assumption that railway operations can be characterized by a well-behaved production function. In addition, economic theory is invoked to impose *a priori* restrictions on the parameters of the cost function, to ensure such conditions of the production function as homotheticity, separability, etc. By contrast, statistical studies generally use linear equations, although more complex functional forms could be used if the data suggests nonlinearity. In addition, statistical studies rarely impose *a priori* constraints on the parameters.

The *a priori* constraints imposed by econometric studies are a function of the purpose to which the cost function will be put. Generally, interest resides in global characteristics of the cost function, such as the existence of economies of scale: the entire range of the firm's operations must be captured. In addition, one often wishes to statistically test hypotheses about the structure of the costs, and so must place the cost function estimates in a framework that allows such tests. By contrast, statistical studies intend to measure the level of avoidable costs for various blocks of traffic, not test hypotheses. In addition, to the extent that the traffic blocks of interest form a relatively small proportion of total traffic, a linear approximation to the functional form is probably adequate. For these reasons, statistical studies do not need to be as highly structured as econometric studies in their use of the available data; they do not have

to fill in predetermined holes in a preselected theoretical model of the firm. This leads to the fifth difference between the two approaches.

(e) Generally, statistical studies include as explanatory variables both traffic-related work units, such as car-miles, yard-switching miles, etc., and variables related to the physical configuration of the railway, e.g. miles of track. By contrast, econometric studies will generally exclude variables related to the physical plant, such as miles of track, but will include prices of factor inputs. The reason the econometric studies exclude plant variables is that in the long run these should adjust to an optimum level; they should thus be endogenous, depending only on levels of outputs and prices of factor inputs, which are already included. Statistical studies include plant variables, implicitly recognizing that railway assets are very long-lived, and that the assumption of long-run optimization may not be reflected in the available data. In addition, one of the outputs of a railway system is availability of transport capacity more or less on demand, regardless of actual traffic carried. Miles of track and other plant variables represent this common carrier aspect of railways, and so may be proxies for a legitimate, if intangible, output. Finally, factor input prices do not appear directly as explanatory variables in statistical studies of cost relationships. This is partly because such cost functions are estimated through cross-sectional analysis, and generally input prices do not vary very much at any given point in time.

As can be seen from the above, one may characterize the econometric approach as a macro approach, examining railway operations as one global entity, and trying to deduce its behaviour "in the large". The statistical approach, on the other hand, may be said to be a "micro" one, tracing costs through a series of steps and for a variety of blocks of traffic. Ideally, one would want to be able to disaggregate "econometric" costs, and to aggregate "statistical" costs, to an intermediate level where the two would correspond. In practice, however, such a reconciliation is unlikely, due to the differences in assumptions underlying the two approaches. Analysts will still have to choose one or the other, depending on the questions that have to be answered.

RESEARCH REPORTS · CAHIERS DE RECHERCHE

Commission canadienne des transports
Direction de la recherche

Canadian Transport Commission
Research Branch

Détermination des prix de revient du transport par chemin de fer : Une revue

No 1986/02F

Canada

DÉTERMINATION DES PRIX DE REVIENT DU TRANSPORT PAR CHEMIN DE FER : UNE REVUE

(traduction)

par

G. Hariton

COMMISSION CANADIENNE DES TRANSPORTS
Direction de la recherche
Rapport n° 1986/02F
Octobre 1984

Original text available under the title:
"Railway Costing: A Review",
Report No. 1986/02E.

Premier tirage, février 1987

Commission canadienne des transports
15, rue Eddy, 15e ét., Ottawa-Hull K1A 0N9

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1987
Numéro de catalogue TT72-1986/02F
ISBN 0-662-94071-7

Imprimé au Canada

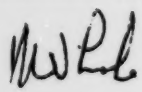
PRÉFACE

La présente étude de George Hariton sur le calcul des frais ferroviaires a déjà paru sous la forme de différents documents de travail, mais la demande persistante visant ce travail a incité la Direction de la recherche à en faire un rapport de recherche. Cette étude de l'état actuel du domaine se veut un peu plus technique que la plupart des travaux sur le sujet. Nous avons néanmoins tenté d'éviter les formules complexes et les calculs algébriques inutiles. L'auteur présente les rudiments du calcul des frais ferroviaires au lecteur qui désire mieux connaître les points forts et les failles des systèmes actuels. Bien que l'étude porte essentiellement sur le système canadien dont l'auteur connaît mieux les rouages, il reste que tous les systèmes analogues reposent sur les mêmes principes généraux.

La publication du présent rapport nous a été proposée par M. M.S. Nanjundiah de la Banque internationale pour la reconstruction et le développement (Banque mondiale), qui nous a aussi fait part de nombreuses observations et suggestions relativement à diverses ébauches, nous permettant ainsi d'aboutir à un document largement amélioré. M. Ivan Murray du Comité des transports par chemin de fer de la Commission canadienne des transports a fourni les données de l'appendice B en plus de réviser et de corriger la description du système canadien de calcul des frais ferroviaires qui figure à l'annexe de l'appendice A. En outre, ses observations judicieuses ont permis d'améliorer le corps du texte. Nous devons la rédaction de l'appendice A à M. John Heads du Comité des transports par chemin de fer, qui a aussi accepté de relire le document au complet. MM. Julius Serafin et Andrew Mozes de la Direction de la recherche ont, pour leur part, prêté main-forte dans la rédaction de diverses sections du rapport. Il convient de noter que l'auteur demeure responsable de toute inexactitude et de toute erreur qui pourrait être relevée dans le rapport.

La Banque mondiale a déjà publié, à l'intention des pays en voie de développement, une version différente et un peu plus longue du rapport. La présente version vise le public canadien. Les opinions exprimées dans cet ouvrage sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement la position de la Commission canadienne des transports.

Le Directeur exécutif,
Direction de la recherche,



R.W. Lake

Canada

TABLE DES MATIÈRES

Chapitre 1 INTRODUCTION 1

Chapitre 2 CONCEPTS 5

Chapitre 3 BASE DE DONNÉES 13

Chapitre 4 FORMATION DES COÛTS 19
4.1 Prétraitement de la base de données 19
4.2 Établissement des liens pour le calcul du prix de revient 22
4.3 Coûts spécifiques et coûts unitaires 25
4.4 Analyse des blocs de trafic dont il faut déterminer le prix de revient 25

Chapitre 5 CONCLUSION 29
5.1 Une base de donnée adéquate 29
5.2 Méthodes de prétraitement des données 30
5.3 Estimation des coûts spécifiques et des coûts unitaires 31
5.4 Prix de revient des blocs de trafic 33

RENVOIS 35

APPENDICES 37

A Système de détermination des prix de revient du transport par chemin de fer canadien 39

Annexe de l'appendice A : Le système canadien de calcul des coûts ferroviaires 51

B Exemple numérique 67

C Le coût du capital 75

D Les indices de prix 81

E La perspective économique de la détermination des prix de revient du transport par chemin de fer 85

Chapitre 1

INTRODUCTION

L'objet du présent document est de faire le point sur les méthodes de détermination du coût de revient du transport par chemin de fer, à partir de l'expérience de divers pays qui ont établi une telle comptabilité et qui s'en servent pour administrer leurs chemins de fer. Comme tel, cet exposé constitue donc un résumé et une mise à jour d'une étude conduite entre 1977 et 1979 par la Commission canadienne des transports[1].

Si l'on veut exploiter un chemin de fer comme une entreprise commerciale, il est indispensable d'en connaître les coûts. La gestion d'un chemin de fer est ponctuée de décisions qui, pour garantir l'efficacité et la rentabilité de l'entreprise, doivent forcément faire entrer en ligne de compte les dépenses qu'elles entraînent.

On peut définir quatre types principaux de décisions qui gagnent à être fondées sur une connaissance des coûts :

a) les décisions quant à l'ampleur du réseau, à savoir s'il y a lieu de construire de nouvelles lignes ou encore d'améliorer ou d'abandonner certaines lignes existantes; il faut à tout prix avoir en main les coûts en cause si l'on veut établir la rentabilité des investissements envisagés; d'autre part, aucune analyse coûts-avantages visant à déterminer le moyen le plus économique d'assurer un niveau de prestation donné ne saurait avoir de sens si elle ne reposait pas sur une connaissance des coûts[2];

b) les décisions quant à l'exploitation d'un réseau existant, à savoir les dépenses que risquent d'entraîner des changements aux itinéraires d'acheminement et aux horaires, les compromis qui accompagnent le choix entre trains lents, trains lourds et trains légers et rapides, l'opportunité d'introduire des trains-blocs, etc.; il importe de signaler que les comptabilités des prix de revient ne permettent habituellement que de cerner des stratégies et choix de planification de nature assez générale; les questions plus détaillées, touchant les cycles d'entretien, par exemple, nécessitent des études techniques spéciales;

c) les décisions quant à la commercialisation des services, à savoir quelle catégorie de trafic risque d'être profitable et devrait être maintenue, quel trafic coûte très cher à exploiter par chemin de fer et devrait être mis en veilleuse, les répercussions d'éventails particuliers de trafic; aussi, en

identifiant toute capacité excédentaire temporaire ou permanente (par exemple, les retours à vide), on peut organiser le trafic de façon à tirer profit de cette capacité excédentaire, notamment des frais peu élevés qui s'y rattachent; et

d) les décisions quant à la fixation des prix; en règle générale, les recettes doivent être suffisantes pour absorber au moins les coûts pertinents et pour faire en sorte que le trafic ou le service en question soit rentable; à défaut de respecter ce principe, il faudra compter sur une aide d'interfinancement ou des subventions directes de l'État (ou encore consentir à un accroissement du déficit); s'il est vrai qu'une aide d'interfinancement s'impose dans certains cas, et qu'il est parfois souhaitable de recourir à des subventions directes pour des motifs sociaux — par exemple, à titre de mesure transitoire en vue de rationaliser les services —, il demeure que les décisions à prendre seront plus éclairées si l'on parvient à préciser le montant des subventions requises.

Les décisions décrites ci-dessus que sont appelés à prendre les gestionnaires en ce qui a trait à l'investissement, à l'établissement des prix et à l'exploitation du chemin de fer sont communes à tous les réseaux ferroviaires exploités commercialement, qu'il s'agisse de réseaux transcontinentaux transportant un volume très important et une gamme complexe de catégories de trafic ou de systèmes très restreints transportant un trafic de faible ampleur et homogène. Il importe de relever les services et lignes qui ne soutiennent plus la concurrence avec d'autres formes de transport, puis soit de les abandonner ou de faire appel à un palier quelconque de gouvernement pour les subventionner, en prenant soin de bien justifier la subvention requise[3]. Par exemple, le Canada dispose d'un vaste réseau de lignes secondaires avec gares multiples dont la construction remonte au tout début du siècle. L'avènement d'un réseau amélioré et des camions modernes a rendu inefficaces un grand nombre de ces lignes secondaires. Dans certains cas, là où les lignes secondaires sont considérées comme socialement nécessaires, l'État fédéral verse une subvention particulière au chemin de fer pour couvrir la différence entre les frais évitables découlant de l'utilisation de la ligne secondaire et les recettes associées à ce trafic. De la même façon, au Royaume-Uni, lorsque certains services de trains de voyageurs ne sont pas rentables, il arrive que les autorités locales passent un contrat avec les chemins de fer afin d'offrir le service voulu; ces contrats sont habituellement fondés sur le prix de revient du service en question. Au Canada et aux États-Unis, cette "impartition" du service de trains de voyageurs est allée jusqu'à la création de sociétés distinctes (VIA et AMTRAK) consacrées à ce service.

Le calcul des coûts est également très important pour les décisions touchant l'exploitation, la commercialisation et l'établissement des tarifs. Au Canada, les chemins de fer jouissent d'une autonomie considérable, depuis 1967, pour ce qui est de la fixation des tarifs; il suffit, en effet, que ces tarifs se situent dans une zone dite "raisonnable" qu'on définit comme étant

entre 100 % et 250 % des coûts variables[4]. La limite supérieure vise à empêcher que les chemins de fer abusent du monopole qu'ils peuvent détenir, tandis que la limite inférieure a pour but d'éviter que les chemins de fer offrent des services non rentables devant être soutenus par une aide d'interfinancement aux dépens d'autres usagers. Les États-Unis ont récemment adopté des limites semblables, fondées sur les coûts, lesquelles définissent le caractère raisonnable des tarifs.

À l'intérieur de ce qu'il est maintenant convenu d'appeler des limites "raisonnables", les chemins de fer canadiens peuvent fixer des tarifs généraux ou entreprendre des négociations avec des expéditeurs importants ou des associations d'expéditeurs. Les tarifs résultants refléteront nombre de facteurs, le prix de revient du service ferroviaire à fournir étant d'ordinaire un facteur très important qui entre en ligne de compte. De plus, les responsables de la commercialisation au sein des sociétés ferroviaires solliciteront activement le trafic qu'ils considèrent comme le plus rentable et iront jusqu'à fournir une aide en vue de développer ce trafic. D'autre part, on cherchera à décourager le trafic qui ne se prête pas au transport par chemin de fer en fixant des tarifs élevés et en minimisant l'effort de commercialisation. Dans un tel contexte commercial, les chemins de fer ont donc la liberté de concentrer leurs efforts sur le trafic pour lequel ils ont un avantage relatif et d'adapter leurs services aux besoins des expéditeurs. De même, les expéditeurs seront conscients des activités des chemins de fer, ce qui les incitera, dans leurs négociations, à tenter d'obtenir des tarifs plus bas en modifiant leurs méthodes d'expédition afin de diminuer les coûts des chemins de fer. Par exemple, les escomptes que rendent possibles les envois massifs incitent à un regroupement des envois de façon à permettre aux sociétés ferroviaires d'utiliser des trains-blocs. Pareillement, les frais d'entreposage incitent les expéditeurs à charger et à décharger les wagons rapidement, ce qui réduit la durée de rotation des wagons et permet aux chemins de fer de fonctionner avec moins de wagons.

La détermination du prix de revient des services peut également être fort utile aux planificateurs et responsables de prévisions économiques en général. Le secteur des transports se trouve généralement en concurrence avec d'autres secteurs de l'économie avec lesquels il doit partager les ressources limitées disponibles. La planification de l'économie, ou encore des dépenses et interventions à incidence économique que projette de faire l'État, se fonde sur une comparaison des coûts des services de transport et des bénéfices escomptés, ce qui oblige à tenir compte dans une mesure jugée raisonnable des effets extérieurs sur d'autres secteurs ainsi que des considérations sociales. Les résultats d'une telle entreprise peuvent influer sur les mesures prises par l'État, tant par rapport à la supervision générale exercée sur l'exploitation des entreprises de transport qu'en ce qui a trait à son intervention plus directe dans ce secteur. Dans le secteur des transports, le coût d'un nouvel investissement se justifie en partie par les avantages qui résultent de la diminution des frais d'exploitation. En outre, le prix de revient des services peut mettre en lumière les avantages relatifs de différents modes de transport; ces avantages peuvent par la suite orienter les investissements vers un mode plutôt qu'un autre et, par des politiques d'établissement des prix appropriées, guider les expéditeurs et voyageurs face au choix des divers modes de transport à leur disposition.

Chapitre 2

CONCEPTS

Pour que les coûts des services ferroviaires constituent des éléments de décision utiles pour les administrateurs des chemins de fer, ils doivent être fondés sur le principe de la **causalité**. Il est possible d'exploiter une ressource ou un bien donné dans de multiples contextes de production. C'est donc dire qu'en l'utilisant dans une situation plutôt qu'une autre, on se trouve à écarter d'autres applications et à sacrifier les biens et services qui auraient pu ainsi être offerts ou produits. Toute décision d'offrir un service nouveau ou modifié, ou de maintenir un service existant quelconque, a pour **conséquence** d'écarter d'autres possibilités. Par exemple, la prestation d'un nouveau service peut nécessiter l'implantation, l'exploitation et l'entretien d'installations fixes et de matériel nouveau; les ressources utilisées à cette fin ne pourront servir à offrir d'autres services (le service ferroviaire dans un autre lieu, le transport par un autre mode, ou une activité quelconque dans un secteur de l'économie). De la même manière, toute décision de maintenir un service existant au lieu de l'abandonner implique que les ressources qui s'y rattachent ne pourront être consacrées à d'autres activités économiques.

De toute évidence, l'utilisation d'une ressource ou d'un bien à une fin donnée a pour conséquence d'écarter un grand nombre d'autres applications possibles. La valeur de la ressource ou du bien en question prise dans son application la plus souhaitable se traduit par son **coût d'option**. La notion de **coût évitable**, qui reviendra sans cesse dans les chapitres à venir, est dans les faits presque synonyme de celle de coût d'option. Elle dénote les frais que l'on pourrait éviter en ne poursuivant pas une ligne de conduite particulière et en adoptant plutôt la ligne d'action qui vient au rang suivant en termes de rentabilité; par exemple, il pourrait s'agir des coûts que l'on peut éviter en n'offrant pas un nouveau service ou en abandonnant un service existant. Jusqu'à un certain point, la notion de coût évitable ou de coût d'option est subjective, car elle tient à l'ensemble de possibilités dont le décisionnaire veut bien tenir compte. En pratique, lorsqu'il existe un marché pour la ressource ou le bien en question, il se développe habituellement un consensus quant à son coût d'option, lequel se reflète par le prix du bien sur le marché. Si le marché donne lieu à des déformations du coût réel, on pourra recourir à un prix fictif pour tenter de corriger la situation.

L'application du concept de causalité aux coûts des chemins de fer ne se fait pas aisément à cause de la nature des activités ferroviaires. Un chemin de fer dessert de nombreuses catégories de trafic et un grand nombre de lieux d'origine et de destination simultanément. D'autre part, cette production multiple n'est pas entreposable, d'où l'importance de fournir au moment voulu. Par conséquent, la production d'un chemin de fer, dont les éléments sont fort variés, doit être fonction du temps, du lieu et du type de trafic. Dans les faits, on prend rarement des décisions particulières sur des déplacements aussi précis. On travaille plutôt avec des transports globaux, c'est-à-dire des "blocs" de trafic ou services, qu'on traite ensuite

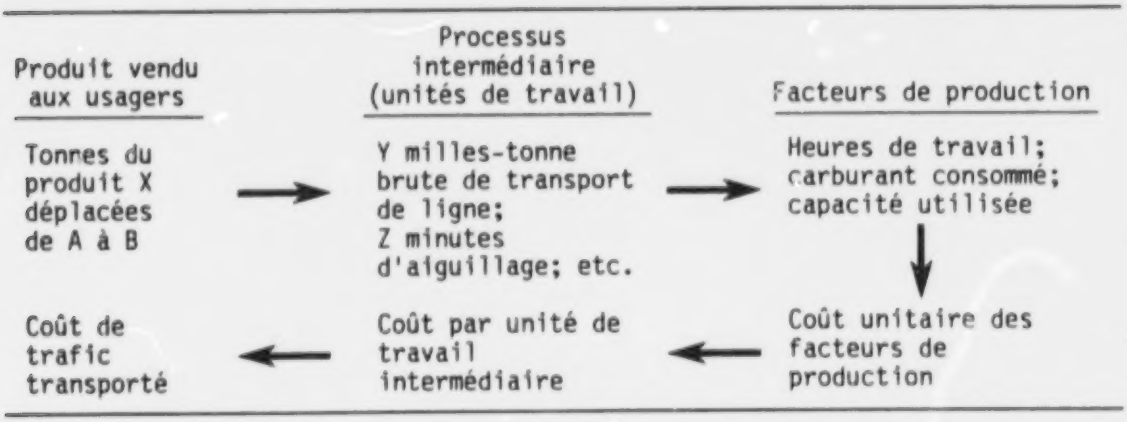
comme des éléments homogènes. Le degré de globalisation est fonction de la question qu'on se pose, autrement dit, de la décision à prendre[5].

Au niveau le plus élémentaire, il est possible de déterminer le prix de revient du déplacement d'un wagon particulier entre deux points donnés. Si un train doit effectuer le parcours entre ces deux points de toute façon et qu'il y a un wagon libre, les coûts évitables sont attribuables au combustible additionnel nécessaire, à l'entretien supplémentaire du wagon ainsi que de la voie et du chemin de roulement, à l'intégration du wagon au convoi et à certains frais administratifs. Si l'on envisage des transports permanents, il faut également tenir compte des frais de propriété des wagons; entre aussi en ligne de compte une partie des coûts de capacité attribuables aux locomotives et aux voies. En passant à un niveau de globalisation encore plus élevé, il serait possible de regrouper des services entiers et de calculer le prix de revient de cette production, par exemple, le service voyageurs, le transport du charbon ou l'exploitation de lignes ou réseaux de lignes précis dans certaines régions. Au niveau de globalisation le plus élevé, le chemin de fer est pris comme un tout et les coûts évitables sont les économies qu'on réaliserait en fermant le chemin de fer en entier.

Lorsque la production d'un chemin de fer est multiple, il est souvent difficile d'imputer certains éléments du coût à un produit du chemin de fer plutôt qu'à un autre sur une stricte base de causalité. Par exemple, de nombreux services et types de trafic utilisent le même chemin de roulement et les mêmes installations de signalisation et d'aiguillage. On considère alors les coûts associés à ces éléments comme communs aux diverses prestations ferroviaires. De toute évidence, plus le degré de globalisation de la production ou des services est élevé, moins les coûts communs sont élevés. Ainsi, la locomotive d'un train est commune aux différentes wagonnées transportées par ce train, mais devient spécifique si l'on prend le train comme tel comme unité de production. De la même façon, la voie et le chemin de roulement sont communs aux différentes catégories de trafic qui les utilisent, mais ils deviennent spécifiques si l'on prend le service assuré sur cette voie comme l'unité de base servant au calcul du prix de revient. À la limite, si l'on envisage le chemin de fer dans son entier, la production est unique et les frais communs tombent à zéro : tous les frais inscrits aux comptes sont imputés au chemin de fer par voie de causalité.

En raison des installations et des autres facteurs de production utilisés simultanément dans la production de différents blocs de trafic, il est habituellement impossible d'établir un lien direct entre le total des coûts et le niveau des différents produits finals. En effet, il est plus utile d'envisager un chemin de fer comme une combinaison d'activités ou processus intermédiaires qui concourent à la fabrication d'un produit qui sera vendu à des usagers. Ainsi, un chemin de fer investit dans des voies et infrastructures, des signaux, du matériel roulant, des gares de triage et gares terminus, dont il assure l'entretien; il utilise par ailleurs du carburant, des matériaux et de la main-d'oeuvre selon ses besoins. Ces facteurs de production servent à la production de services divers dont le transport de ligne, des services de classification et d'aiguillage, les manutentions en gare ainsi que la facturation et la documentation, etc. Ces processus intermédiaires sont ensuite combinés et offert aux expéditeurs ou voyageurs sous forme de transport d'un point à un autre.

Une fois le trafic décomposé en processus intermédiaires, et donc en facteurs de production, il est possible de remonter aux causes des coûts par voie inverse. À partir des facteurs de production nécessaires et de leurs coûts, on peut estimer le coût des processus intermédiaires, et par conséquent les prix de revient du trafic en question.



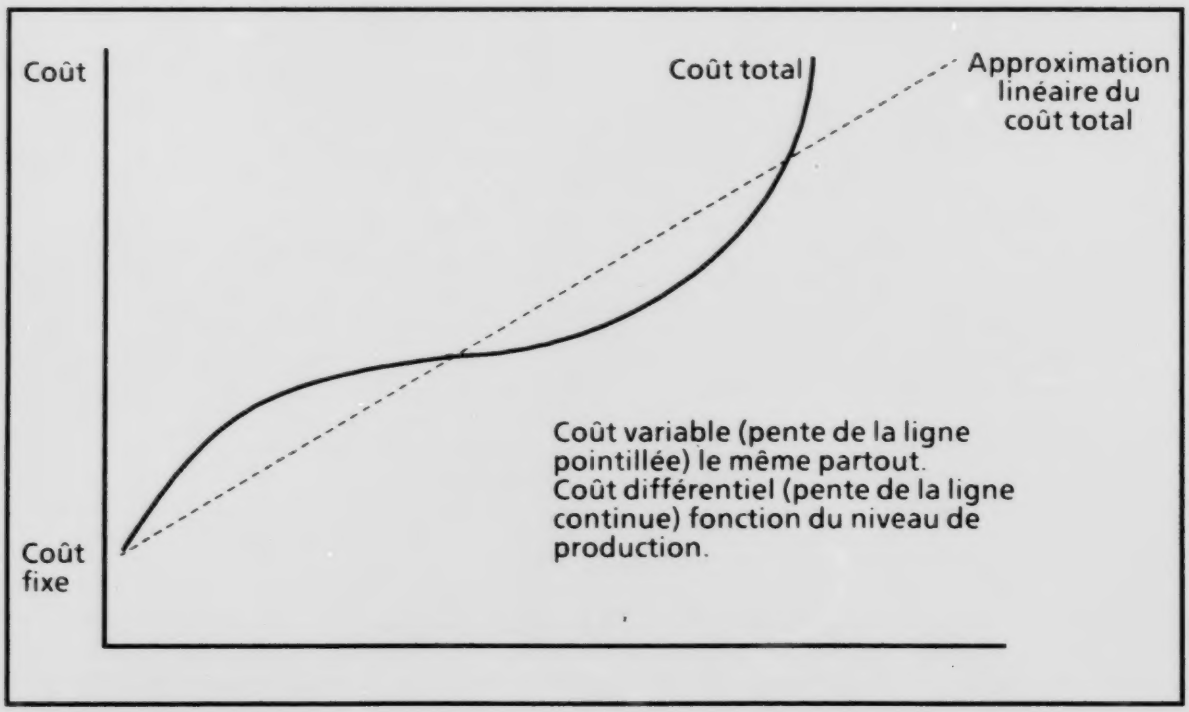
Les comptabilités de prix de revient cherchent en général à remonter aux coûts des unités intermédiaires de travail à partir des coûts des facteurs de production, ce qui mène par conséquent aux coûts du trafic, autrement dit, des produits fournis aux usagers. C'est l'estimation des coûts des unités de travail intermédiaires (souvent appelés "coûts unitaires") qui présente habituellement le plus de difficulté, car c'est à ce moment-là qu'il faut résoudre le problème de la répartition des coûts communs. Cependant, l'analyse des prix de revient doit en tout temps s'effectuer à partir d'une compréhension claire des processus physiques sous-jacents; il importe également de bien définir et mesurer les processus intermédiaires.

Prenons maintenant un service particulier ou processus intermédiaire. Il y a certains frais qu'on doit engager, aussi minime que la production puisse être : ces coûts sont dits **fixes** ou **constants**. Par exemple, on doit engager des frais pour l'entretien d'un tunnel ou l'enlèvement de la neige sur une voie si le moindre trafic est transporté sur cette voie. D'autres coûts varient en fonction de l'ampleur de la production et sont évitables si l'on n'augmente pas (ou si l'on diminue) la production du service particulier en question. Par exemple, dans le cas d'un transport permanent de charbon, il faut engager certains frais minimaux pour les gares terminus, quelle que soit l'importance du déplacement, et ces coûts augmentent à mesure que le transport croît en importance. Puisque les blocs de trafics dont on doit déterminer le prix de revient consistent en processus intermédiaire, les coûts fixes ne peuvent donc être assimilés à aucun bloc de trafic et n'entrent donc pas dans les coûts de trafic.

On entend par **coût variable** cette partie du coût total qui serait évitable si les niveaux de trafic variaient. Le **coût variable moyen** équivaut au montant du coût variable défini par le niveau de la production; autrement dit, il s'agit du coût évitable par unité de production, en tenant pour acquis que toutes les unités de production donnent lieu au même coût

unitaire. Les coûts variables sont parfois interprétés de façon à exclure certains coûts relatifs à la voie qui ne varient pas en fonction du volume de trafic, quand bien même ces coûts seraient évitables si la totalité de la voie était abandonnée ou si la voie n'était pas construite. Le **coût différentiel** se définit comme le coût **supplémentaire** associé à une unité ou à un bloc de production. Le coût différentiel dépend donc du niveau de production existant, auquel il faut ajouter une production supplémentaire (ou duquel elle serait soustraite). Si les coûts augmentent de façon linéaire avec la production, alors les coûts différentiels sont les mêmes; dans le calcul des coûts ferroviaires on a d'ailleurs traditionnellement tenu cette réalité pour acquise, ce qui simplifie les choses. Par contre, on a découvert certaines situations où les coûts augmentent plus rapidement que la production, ce qui traduit une relation non linéaire entre les deux (par exemple, l'entretien dû à une charge par essieu "lourde"). Dans de tels cas, le concept qui s'impose est celui de coût différentiel, qui ne se trouve plus à coïncider avec le coût variable. Dans l'exposé qui suit, nous avons voulu éviter les pièges terminologiques en parlant de coûts évitables dans tous les cas, ce qui signifie des coûts variables moyens lorsque la relation est linéaire et des coûts différentiels lorsque celle-ci est non linéaire, et en incluant les coûts relatifs à la voie ainsi que d'autres coûts évitables discontinus.

Bien sûr, s'il faut décider entre maintenir ou abandonner le service entier, le coût fixe devient évitable lui aussi, et le coût total est variable, ou différentiel (par rapport à un niveau de production égal à zéro).



La démarcation entre coûts fixes et coûts évitables tient en partie à la définition que prend le facteur temps dans l'analyse des coûts. Sur une très courte période (quelques semaines), très peu d'éléments varieront en fonction du trafic. On peut en effet supposer que puisqu'il s'agit d'un réseau permanent, toutes les décisions voulues auront été prises et la plupart des ressources auront été engagées. Dans un laps de temps aussi court, tous les coûts à l'exception du combustible et des salaires versés au personnel d'exploitation rémunéré à l'heure pourraient être fixes. Certains autres coûts, en particulier les frais d'entretien reliés à l'utilisation, pourraient sembler fixes, ce qui serait contraire à la réalité du point de vue causalité puisqu'ils ne feraient qu'apparaître comme charges à une période ultérieure. À mesure que s'allonge la période prise en considération, le nombre de décisions inchangeables diminue, tout comme les ressources fermement engagées d'ailleurs. Par exemple, à moyen terme, il est possible de modifier la taille et la composition du matériel moteur et du matériel remorqué afin de répondre aux besoins du trafic, et l'on peut ajuster les politiques d'exploitation en conséquence. À long terme, les installations peuvent être étendues, réduites ou modifiées en vue de répondre aux besoins du trafic. Tant les frais de propriété que les coûts d'exploitation se rattachant à ces installations varient dans une certaine mesure en fonction de la production.

Par exemple, un pont représente un coût fixe à court et à moyen termes. À long terme, toutefois, sa capacité peut être élargie, si un accroissement du trafic le justifie, ou alors on peut le laisser péricliter et ne pas le reconstruire, si le trafic diminue et risque de disparaître. L'on pourrait aussi songer, comme autre exemple, au mouvement unique d'un wagon de marchandises. Si le déplacement du train est déjà prévu pour le bon endroit et le bon moment, et si sa longueur n'est pas limitée par la taille des embranchements, le wagon supplémentaire peut tout simplement être rattaché. Dans ce cas, qui est à très court terme, la plupart des coûts sont fixes, le wagon supplémentaire supposant des dépenses additionnelles pour le combustible et l'entretien ainsi que des activités terminales et d'aiguillage de plus. Par conséquent, à court terme, le coût est faible s'il existe une capacité supplémentaire (qui peut être considérée comme fixe). Par contre, s'il s'agit d'un trafic permanent, il faudrait en tenir compte au moment de planifier les trains et la force motrice, de sorte qu'à moyen et à long termes cela exercerait une influence causale sur une partie des coûts.

Il faut donc distinguer entre les coûts à long terme et ceux à court terme, les premiers étant ceux auxquels donnent lieu les rajustements apportés aux facteurs de production en réponse au changement. Un fois de plus, c'est l'application particulière envisagée qui dictera le choix à opérer entre les coûts à long terme et ceux à court terme. Par exemple, dans un contexte en pleine évolution où de nouveaux investissements peuvent s'imposer, les coûts pertinents différeront de ceux dictés par une situation où le trafic s'insère dans une perspective à court terme et s'appuie sur une capacité excédentaire.

Les biens immobilisés et les coûts en immobilisations présentent des difficultés particulières. Dans le cas des postes courants d'exploitation tels que les salaires, le carburant et certains autres matériaux, l'époque à laquelle la ressource en question est achetée coïncide d'assez près avec le moment où la ressource est utilisée aux fins de la

production. En tenant pour acquis que les marchés du travail, du combustible, etc. fonctionnent raisonnablement bien, on peut considérer que les dépenses effectuées pour les achats traduisent le coût d'option des ressources. Les coûts en immobilisations, par contre, entraînent souvent l'acquisition de ressources qui serviront pendant de nombreuses années (jusqu'à 20 ans ou plus pour une locomotive, 30 pour un wagon, 50 pour un chemin de roulement ou une voie). Ainsi la ressource n'est pas consommée pendant l'année d'achat; elle se trouve pour ainsi dire à emmagasiner des services tout au long de la durée prévue de son utilisation. Les systèmes comptables résolvent habituellement ce problème en étalant le prix d'achat sur un certain nombre d'années correspondant à la durée prévue d'utilisation du bien, ce procédé étant celui de l'amortissement. Par exemple, un bien d'une valeur de 1 000 $ et prévu pour durer 10 ans peut donner lieu à un amortissement de 100 $ par année pour chacune des années. Vient en outre compliquer la situation le fait que ce bien constitue un inventaire de services non utilisés qui serviront au cours des années subséquentes. Par exemple, dans la deuxième année, le bien a été utilisé pour une valeur de 100 $, il est en train d'être utilisé pour un autre 100 $, et une valeur de 800 $ se trouve en inventaire pour les années futures. À cet "inventaire" se rattache un coût d'option, celui qui découle de la non-liquidation du bien et donc de l'impossibilité d'investir l'argent ailleurs ou par l'intermédiaire de marchés de capitaux. Dans le langage courant, ce coût d'option recoupe habituellement la notion de rendement du capital investi. Pris ensemble, la somme de l'amortissement et le rendement, dans le temps, du capital investi représentent le coût d'immobilisation du bien et constituent un moyen de répartir ce coût d'immobilisation sur le nombre d'années en cause. En ce sens, les coûts d'immobilisation sont des coûts communs applicables à la production de différentes années.

Il est donc possible de catégoriser les coûts de trois façons : ils peuvent être fixes ou évitables; ils peuvent être spécifiques ou propres à un service ou encore communs à plusieurs services; ils peuvent constituer des frais d'exploitation spécifiques à une période donnée par opposition aux frais d'immobilisations qui s'étalent sur plusieurs services dans le temps.

Traditionnellement, la répartition des coûts en immobilisations sur la durée utile des biens s'est faite de manière assez arbitraire, soit en équilibrant l'amortissement ou les frais de possession (amortissement plus rendement des investissements) pour chaque année. De fait, à la fin de chaque année il est toujours possible de faire un choix : à savoir de maintenir le bien en service productif ou de l'affecter à une autre application. Pour calculer les coûts répondant au critère de causalité, ou coûts d'option, il s'agit de réexaminer les biens et leur valeur marchande chaque année et d'établir des prévisions quant à leur valeur marchande au bout d'une autre année (actualisée en regard de l'année courante); la différence entre les deux est alors considérée comme le coût d'option associée à l'utilisation de ce bien pendant une année (ou toute autre période). Ce procédé comptable d'actualisation, appliqué au prix de revient des biens immobilisés, n'est pas encore très répandu en Amérique du Nord, mais il est en utilisation dans certains pays; ailleurs, les comptes sont basés sur les coûts originaires ou les valeurs d'acquisition, qu'on indexe souvent comme il convient pour tenir compte de l'inflation.

Cela nous mène à une autre question concernant la comptabilité de prix de revient en général et les coûts ferroviaires plus particulièrement, à savoir l'utilisation des coûts historiques par opposition aux coûts actuels ou orientés vers l'avenir. Pour qu'ils soient utiles aux administrateurs des chemins de fer dans leurs décisions, les coûts doivent refléter les répercussions futures des décisions à prendre dans le présent; ils sont donc une prévision de ce qu'il pourra advenir sous différents scénarios possibles (et parmi lesquels il faut arrêter un choix). Or, les chefs d'entreprise et les fonctionnaires ont toujours eu des réticences face aux prévisions, en partie à cause de la possibilité de manipuler celles-ci pour trouver un point, en partie parce que l'homme ne fait tout simplement pas preuve d'une très grande habilité en matière de prévision économique. Souvent on procède plutôt en calculant les frais occasionnés pour une production terminée, et l'on effectue des projections à partir de ces coûts historiques, soit implicitement sans aucun rajustement, soit explicitement en prévoyant une certaine indexation pour tenir compte de l'inflation. Ainsi, on utilise des coûts historiques facilement vérifiables pour suppléer l'expérience future.

Cette pratique donne lieu à trois genres de problèmes. Premièrement, en se basant sur des antécédents historiques, les dirigeants des chemins de fer se trouvent explicitement à supposer qu'on ne modifie en rien les infrastructures, le matériel, les activités, etc. de manière à répondre aux besoins futurs qui découleront de l'évolution du volume et de la composition du trafic. Autrement dit, il est tenu pour acquis que les techniques, les investissements et les méthodes d'exploitation changeront très peu. Une telle supposition peut se révéler acceptable pour les coûts à court terme, mais elle tend probablement à exagérer les frais à long terme. Deuxièmement, il faut ajuster les coûts historiques avec soin aux valeurs de remplacement, en vue de tenir compte de l'évolution de la technique et des prix, si l'on compte s'en servir pour estimer les coûts d'option. Troisièmement, certains biens sont consacrés à certains types de prestation et ne sauraient servir ailleurs (par exemple, les terrains sur lesquels sont construites certaines lignes secondaires). Bien que l'implantation de ces biens aient pu coûté très cher à l'origine, ils peuvent n'avoir que très peu de valeur en vue d'autres applications. On définit comme **coût irrécupérable** la différence entre la valeur originale d'un bien et sa valeur de récupération, une fois que celui-ci a été consacré à une utilisation spécifique. Les coûts irrécupérables n'ont aucune utilité par rapport à la prise des décisions courantes et ne doivent donc pas entrer en ligne de compte dans le calcul des coûts évitables.

L'expérience courante des pays industrialisés révèle des approches variées au calcul des coûts ferroviaires. Au Canada, les coûts sont calculés à divers niveaux de globalisation, allant d'une seule wagonnée jusqu'à un niveau de globalisation assez élevé (lignes secondaires, service voyageurs, ensemble des transports de blé dans un vaste territoire géographique); on inclut alors les coûts évitables propres à un service ainsi qu'une partie des coûts communs évitables ayant un lien de cause à effet avec la prestation en question. Aux États-Unis, on détermine surtout le prix de revient en fonction des wagonnées, bien que l'on calcule également le prix de revient de blocs plus importants de trafic; les coûts américains sont soit des coûts variables (évitables et spécifiques plus une partie des coûts communs évitables ayant un rapport de cause à effet), soit des coûts intégralement répartis (les frais ci-dessus plus une répartition plutôt arbitraire des

coûts spécifiques et des coûts communs fixes). Au Royaume-Uni, la société British Railways dit utiliser des coûts évitables propres à un service, bien qu'elle envisage également d'utiliser les coûts communs évitables. En France et dans certains autres pays de la Communauté économique européenne, les chemins de fer répartissent les coûts entre les services à partir d'une classification des charges imputables directement aux catégories de trafic et types de train; on poursuit ainsi la répartition jusqu'à ce qu'on ait rendu compte de tous les coûts (coûts intégralement répartis).

Chapitre 3

BASE DE DONNÉES

Dans la plupart des cas, la principale source de données brutes pour le calcul des prix de revient ferroviaires est le système des comptes utilisé par le chemin de fer. (On utilise diverses appellations lorsqu'on parle de systèmes de comptes; nous emploierons la Classification uniforme des comptes, dont l'abréviation est CUC, dans l'exposé qui suit.) Plus spécifiquement, la CUC contient des renseignements financiers sur le bilan, les comptes de biens, les comptes de revenu et les comptes de charges. On peut également y retrouver des statistiques d'exploitation et des données sur le trafic; dans certains systèmes, on prévoit un mécanisme distinct pour l'enregistrement et le maintien de ces mesures physiques. Des sources secondaires de données viennent compléter la CUC; il s'agit de renseignements obtenus par échantillonnage ou sondage (par exemple, feuilles de route, repérage des parcours en charge et à vide), d'informations découlant d'études spéciales (sur les circuits, par exemple — le rapport entre le nombre de milles effectivement parcouru et la distance en ligne droite entre deux points), ou de données tirées des tableaux de service et fiches de travail, etc.

Les systèmes comptables sous-jacents répondent à de nombreux besoins, la détermination des prix de revient n'en étant qu'un parmi d'autres. Qu'il suffise de mentionner le contrôle et la planification de la gestion, la production d'information à l'intention des investisseurs privés ou de l'État propriétaire ainsi que le calcul des impôts et taxes. Il faut donc répondre aux besoins de la comptabilité de prix de revient en effectuant des compromis avec ces autres applications. Plus particulièrement, l'information destinée à la CUC doit souvent faire l'objet d'un traitement préalable avant de pouvoir servir au calcul des prix de revient proprement dit.

Les données financières sur les coûts en immobilisations et les coûts d'exploitation sont tirées des comptes de biens et des comptes de charges. Celles-ci sont ensuite comparées aux statistiques concernant l'exploitation et le trafic afin d'établir le lien causal des coûts ainsi calculés. Les **comptes de biens** énumèrent, par catégorie de bien, la valeur des biens appartenant au chemin de fer. Ces biens doivent servir à la production de services ferroviaires; parce que les biens qui ne sont pas utilisés à cette fin peuvent fausser le calcul des coûts, on prend soin de ne pas les inclure; par contre, il peut être difficile d'identifier les **biens désuets** ayant déjà servi aux prestations ferroviaires, mais ne remplissant plus cette fonction. Dans les comptes de biens on inscrit habituellement la charge initiale par catégorie de bien ainsi que l'**amortissement accumulé** qui indique quelle portion d'un bien a été récupérée par la comptabilisation des charges d'amortissement, ce qui permet de calculer la valeur résiduelle (ou la **valeur nette comptable**). Certains systèmes comptables tiennent également compte du coût courant ou de la **valeur de remplacement** des biens.

Les comptes de biens peuvent être très détaillés, mais ils sont d'ordinaire hiérarchisés afin de permettre le regroupement, au sein d'un même compte, des installations ayant des caractéristiques semblables. La distinction la plus importante est donc entre les infrastructures (immeubles), d'une part, et le matériel roulant et les autres types de matériel (biens meubles), d'autre part. Ces catégories comportent à leur tour des subdivisions qui varient d'un système à l'autre. Le système canadien illustre bien le degré de hiérarchisation qu'on retrouve généralement dans les comptes de bien :

Voies et infrastructures

Voie et chemin de roulement
(15 comptes)
Bâtiments
(8 comptes)
Signaux, communication et énergie
(3 comptes)
Gares terminus et postes d'alimentation en carburant
(4 comptes)

Matériel

Matériel roulant
(3 comptes)
Matériel intermodal
(3 comptes)
Matériel de service et machines du chemin de roulement
(4 comptes)
Autre matériel
(3 comptes)

Les comptes peuvent être subdivisés à leur tour; par exemple, les wagons de marchandises (un sous-poste du matériel roulant) peuvent être inscrits par type de wagon (il y en a dix-huit).

Les **comptes de charges** constituent l'autre source majeure de données financières. Ceux-ci sont habituellement structurés de deux façons.

Premièrement, ils sont classifiés en fonction de **catégories de charges normales**, lesquelles sont définies par les types de biens et services utilisés ou achetés pour produire des services de transport. Ainsi la CUC canadienne subdivise tous les comptes de charges d'après les catégories "Main-d'oeuvre", "Matériaux" et "Autres". Le système américain répartit les charges de la catégorie "Autres" selon qu'il s'agit de "Services achetés" (contrats de location, réparations facturés à un tiers ou par un tiers, etc.) ou de "Frais généraux".

Deuxièmement, les comptes de charges sont regroupés en catégories d'activité, de fonction ou de processus intermédiaire. Tout comme pour les comptes de biens, les comptes de charges sont hiérarchisés selon les types de charges applicables à différents niveaux de globalisation. Les grandes catégories sont les infrastructures, le matériel roulant et les autres types

de matériel, l'exploitation du chemin de fer (aussi appelée le transport) et les frais généraux. Les subdivisions de ces catégories varient d'un système à l'autre. Le système canadien illustre bien le degré de hiérarchisation qu'on retrouve généralement dans les comptes de charges :

Voies et infrastructures

Administration
(1 compte)
Voie et chemin de roulement - Entretien
(12 comptes)
Bâtiments - Entretien
(4 postes)
Signaux, communications et énergie - Entretien
(6 comptes)
Gares terminus et postes d'alimentation en carburant - Entretien
(4 comptes)
Frais divers des voies et infrastructures
(10 comptes)

Matériel

Administration
(1 compte)
Locomotives - Entretien et réparation
(2 comptes)
Wagons de marchandises - Entretien et réparation
(4 comptes)
Voitures de voyageurs - Entretien et réparation
(3 comptes)
Matériel intermodal - Entretien
(3 comptes)
Matériel de service - Entretien
(4 comptes)
Autre matériel - Entretien
(2 comptes)
Locations de matériel
(16 comptes)
Frais divers de matériel
(8 comptes)

Exploitation du chemin de fer

Administration
(1 compte)
Charges d'exploitation des trains
(17 comptes : rémunération, carburant, etc.)
Charges relatives aux gares de triage
(11 comptes)
Contrôle des trains
(2 comptes)

Exploitation des gares de passage et des gares terminus
(4 comptes)
Autres opérations du rail
(6 comptes)
Autres modes de transport
(4 comptes)
Nettoyage du matériel et service spécialisé de réparation et d'entretien
(5 comptes)
Dommages et demandes d'indemnité
(4 comptes)
Charges d'exploitation diverses
(2 comptes)

Frais généraux

Administration
(8 comptes)
Avantages sociaux des employés
(6 comptes)
Impôts
(3 comptes)
Autres frais généraux
(12 comptes)

Ici encore, les comptes peuvent être ventilés en utilisant des sous-comptes; par exemple, les charges d'entretien des wagons de marchandises peuvent être ventilées selon le type de wagon de marchandises.

Les statistiques d'exploitation et les statistiques sur le trafic mesurent l'exploitation physique (par opposition à financière) du chemin de fer. Les statistiques d'exploitation reflètent les processus intermédiaires ou activités effectivement entreprises par le chemin de fer, par exemple, la force motrice (utilisation des locomotives, consommation de carburant, etc.), le matériel roulant employé, les manoeuvres effectuées, etc. Les statistiques sur le trafic reflètent les produits finals du chemin de fer, autrement dit, la "présentation" des processus intermédiaires ou activités sous forme de prestations vendues aux usagers (par exemple, milles-tonne, voyageurs-milles, etc.). Enfin, les statistiques sur les voies et le chemin de roulement se rapportent aux installations physiques nécessaires à la production de services ferroviaires (par exemple, milles-voie, pente, courbure des voies). La CUC en vigueur au Canada prévoit la décomposition suivante des statistiques :

Statistiques concernant la force motrice

Milles-locomotive (par type de locomotive)
Gallons de carburant
Minutes-locomotive diesel de manoeuvre

Statistiques concernant les voitures

Milles-wagons de marchandises (par type de wagon)
Jours-wagons de marchandises (par type de wagon)
Milles-voitures de voyageurs (par type de voiture)
Jours-voitures de voyageurs (par type de voiture)

Statistiques d'exploitation des trains

Milles-tonne brute
Milles-trains (par type de prestation)
Milles-manoeuvres des trains
Heures-trains
Vitesse moyenne des trains (par type de prestation)

Statistiques concernant les manoeuvres dans les gares de triage

Milles-manoeuvres dans les gares de triage

Statistiques sur le trafic

Wagonnées (par type de wagon et par produit)
Milles-tonne nette (par produit)
Tonnes de trafic payant (par produit)

Statistiques sur les voies et le chemin de roulement

Milles-voies
Indice des pentes

Dans la plupart des chemins de fer importants, les comptes de biens, les charges d'exploitation et les statistiques d'exploitation font l'objet d'inscriptions suivant la région ou le centre géographique d'où elles émanent. (Par exemple, le territoire desservi par Canadian Pacifique comporte quelque 23 divisions.) Dans certains cas, on définit d'autres subdivisions géographiques. Lorsque c'est possible, on inscrit les données par centre de coûts géographique. Certaines informations peuvent être attribuées à un lieu géographique très précis, par exemple, les coûts des infrastructures portés aux comptes de biens. En revanche, d'autres renseignements n'ont de sens qu'à l'échelle de l'ensemble du réseau, par exemple, certains frais de commercialisation.

Le degré de précision ou de décomposition employé, qu'il s'agisse de subdivisions géographiques ou fonctionnelles, dépend en dernier ressort de l'utilisation que l'on compte faire de la CUC; tel que nous l'avons indiqué plus haut, le calcul des prix de revient n'est qu'une application parmi bien d'autres. De plus, le degré de précision ou de détail nécessaire au calcul des coûts ferroviaires comme tel tient à la taille des blocs de trafic dont on veut établir le prix de revient. Ainsi, il faudra beaucoup plus de détail pour calculer le prix de revient de déplacements uniques que pour déterminer le prix de revient de l'ensemble des services voyageurs. Le degré de détail ne dépend pas uniquement du genre de question que l'on se pose, mais aussi de la nature du chemin de fer visé. Plus l'exploitation d'un chemin de fer est

importante et complexe, plus la gamme de prestations est étendue; et, à plus forte raison, plus les prestations non conventionnelles ou "spéciales" sont nombreuses, plus il faudra de détail afin d'être en mesure de répondre à une question donnée en matière de prix de revient.

Par ailleurs, le niveau de détail qu'on peut retrouver dans la CUC est tributaire de la précision et de la signification des données décomposées qui s'y trouvent. Ainsi, s'il est possible de connaître avec exactitude la consommation globale du chemin de fer en carburant (à partir des commandes), il est beaucoup plus difficile d'arriver à la consommation de carburant par région ou par catégorie de train. De la même façon, le coût global de la main-d'oeuvre équivaut au montant des salaires payés; mais on ne peut obtenir le coût de la main-d'oeuvre consacrée à l'entretien d'un certain type de wagon de marchandises qu'en analysant les fiches de travail.

En résumé, le niveau de détail qu'on retrouve dans la CUC est fonction de quatre facteurs : 1) les autres applications auxquelles le système des comptes sert; 2) le genre de question qui est posé par rapport au prix de revient — très spécifique ou en revanche de nature plus englobante; 3) la nature et la complexité de l'exploitation du chemin de fer; et 4) la fiabilité des données correspondant à un niveau élevé de décomposition ou de ventilation.

Les comptabilités de prix de revient ne sont pas limitées aux données financières et aux statistiques d'exploitation qu'on retrouve habituellement dans la CUC et ses annexes : elles peuvent s'appuyer également sur diverses sources secondaires d'information. Pour mener des études spéciales, on pourra recourir aux registres internes tenus au niveau des divisions : fiches de travail, écritures de journal, tableaux de service. Il est également possible de recueillir les données voulues en vue d'une application précise en procédant à des études des temps et mouvements, à la simulation des opérations, etc. Souvent ces données sont rassemblées au moyen de sondages ponctuels ou répartis sur une période donnée.

Par exemple, le système canadien de calcul des coûts permet d'obtenir les renseignements supplémentaires suivants par voyage de train : tonnes brutes, milles-locomotive diesel, milles-train, rapport de retour à vide, gallons de carburant et aiguillage effectué.

Chapitre 4

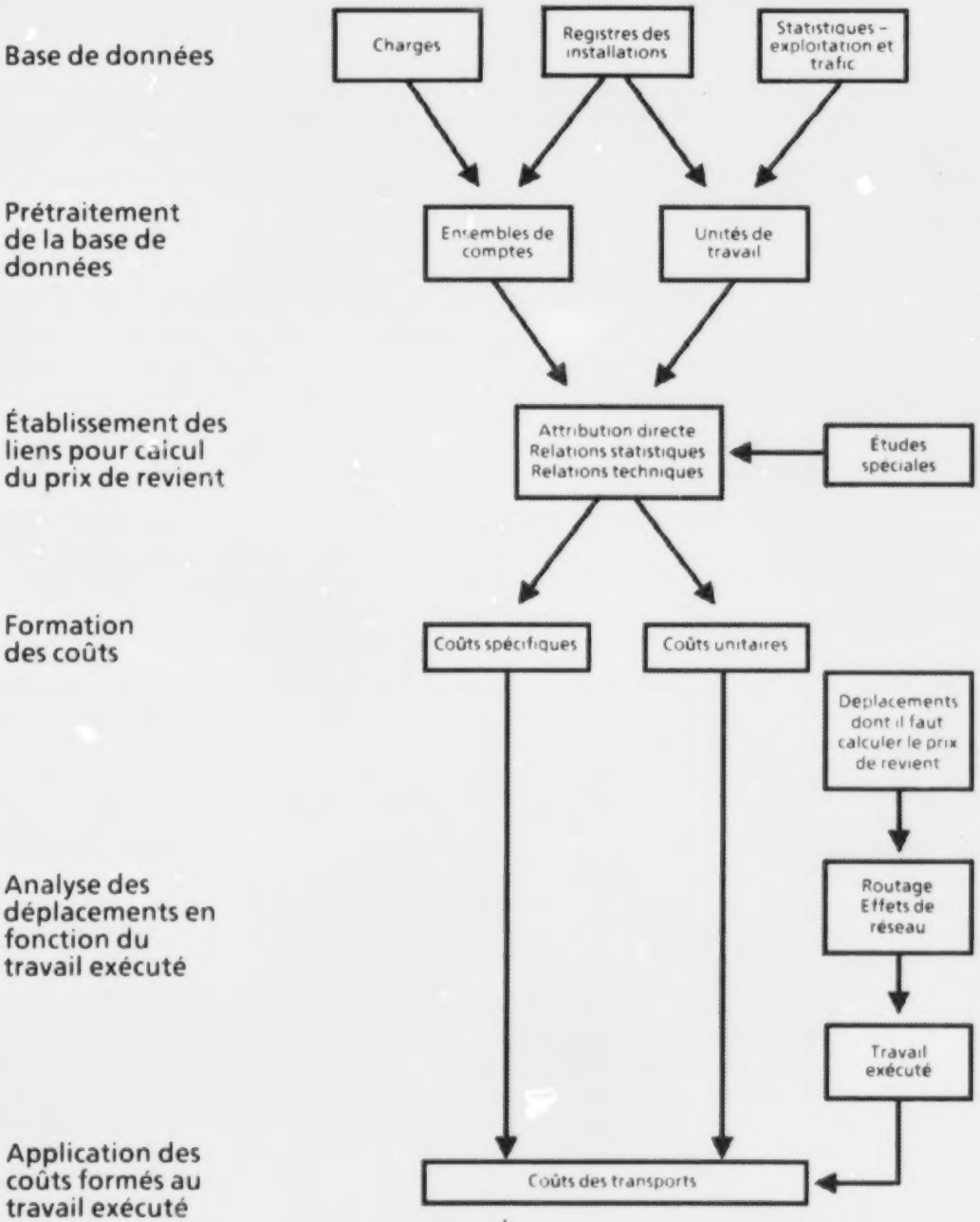
FORMATION DES COÛTS

L'objectif principal de la comptabilité de prix de revient est d'identifier les causes des coûts. Les détails de la formation des coûts varient d'un système comptable à l'autre, et varient également à l'intérieur d'un même système, dépendant des types de blocs de trafic et de services auxquels on s'intéresse. Néanmoins, l'approche générale employée par les diverses comptabilités de prix de revient varie peu d'un système à l'autre. Les divers systèmes en utilisation sont présentés schématiquement à la page suivante; comme on peut le constater, la plupart des systèmes sont constitués de six étapes : 1) la conception et le maintien de la base de données; 2) le prétraitement des données; 3) l'établissement des liens pour le calcul du prix de revient; 4) la formation des coûts spécifiques et les coûts unitaires; 5) l'analyse des déplacements (blocs de trafic) auxquels on s'intéresse en fonction du travail exécuté; et 6) l'application des coûts spécifiques et unitaires au travail exécuté.

Le chapitre précédent traitait de la première de ces étapes, soit la conception et le maintien d'une base de données pertinente. Les cinq autres étapes seront examinées dans les sections qui suivent.

4.1 Prétraitement de la base de données

Il existe habituellement trois types de traitement préalable des données contenues dans la base de données. Il convient d'abord de regrouper les renseignements trop détaillés pour être utiles dans le calcul des prix de revient. Dans le cas des données financières, cette opération signifie généralement le regroupement des comptes de charges et de biens en ensembles plus restreints de comptes ou de catégories de charges. Ces regroupements de comptes doivent êtres alignés sur les unités de travail correspondantes décrivant les processus intermédiaires, basées sur les statistiques d'exploitation et de trafic. Le nombre et la taille des regroupements de comptes peuvent varier selon l'utilisation envisagée; le principe général est de regrouper les comptes de changes qui peuvent être traités de façon homogène. Par exemple, le Uniform System of Accounts des États-Unis contient environ 2 900 comptes de charges. Pour déterminer quelle partie du compte est variable et quelle partie est fixe, la vaste majorité des comptes prévoient quelque 16 catégories de charges. Celles-ci sont ensuite reliées par analyse de régression à des mesures de travail ou de produits intermédiaires avec lesquels elles ont un lien de cause à effet[6]. Les résultats obtenus par analyse de régression sont ensuite utilisés pour résoudre des questions spécifiques de prix de revient touchant des comptes ou catégories de charges en particulier. Supposons, par exemple, qu'on estime que le compte Z ait une explication semblable à celle de la catégorie Y parce que Z est une composante d'Y. Les coûts unitaires dérivés d'une analyse de régression d'Y seront équilibrés en fonction de l'importance relative des charges totales de Z par rapport aux charges totales d'Y, et seront utilisés comme coûts unitaires applicables au compte Z. Tout ceci implique que le


Base de données
Charges
Registres des installations
Statistiques – exploitation et trafic
Prétraitement de la base de données
Ensembles de comptes
Unités de travail
Établissement des liens pour calcul du prix de revient
Attribution directe
Relations statistiques
Relations techniques
Études spéciales
Formation des coûts
Coûts spécifiques
Coûts unitaires
Analyse des déplacements en fonction du travail exécuté
Deplacements dont il faut calculer le prix de revient
Routage
Effets de réseau
Travail exécuté
Application des coûts formés au travail exécuté
Coûts des transports

compte Z et la catégorie de charges Y sont homogènes en ce qui concerne la variabilité du changement dans le trafic.

Le deuxième type de prétraitement des données et le "lissage" ou l'ajustement des données en vue de réduire l'impact des tendances et des anomalies. Par exemple, les frais d'entretien sont en général engagés un certain temps après l'usure qui rend cet entretien nécessaire, et il peut même arriver qu'on reporte ces travaux de quelques années à l'occasion. D'autre part, des travaux majeurs d'entretien, s'ils ne sont pas capitalisés, peuvent aussi entraîner des distorsions pour une année donnée. Une solution à ce problème est d'utiliser une moyenne des frais d'entretien engagés au cours d'un certain nombre d'années — souvent trois ans pour les locomotives et les wagons et cinq ans pour l'infrastructure. Ce procédé est également appelé "actualisation". Pour plus de précision, des études spéciales pourraient être effectuées sur le laps de temps qui s'écoule entre le trafic fondé sur le principe de la causalité et l'exécution des travaux d'entretien. Le coût de telles études, toutefois, l'emporte généralement sur la précision supplémentaire obtenue. Pour que l'actualisation ait un sens, les charges des diverses années doivent être exprimées en monnaie d'une même année (habituellement la dernière). C'est pourquoi les indices de prix construits dans la base de données sont appliqués à chaque catégorie de charges à actualiser.

Enfin, le troisième type de traitement préalable consiste en l'ajustement des données pour tenir compte de facteurs divers qui ont un effet sur l'exploitation du chemin de fer. Le prétraitement des comptes de biens peut donc inclure l'identification du fonds de roulement et son affectation parmi les comptes. À ce state-ci, certaines comptabilités de prix de revient répartissent l'investissement net entre les divers services et types de wagons; il est ensuite multiplié par un rapport du coût du capital afin de calculer les coûts des produits de placements. De plus, il faut caractériser les blocs de trafic dont on veut déterminer le prix de revient; pour ce, on doit en définir les activités intermédiaires, mesurées à l'aide des statistiques pertinentes concernant l'exploitation et le trafic. Ces mesures de production sont de deux ordres : a) les mesures d'activité ou de production ferroviaire : par exemple, le nombre de milles-tonne brute transporté; les milles-voiture; les wagonnées envoyées et reçues; les heures-train de circulation, d'aiguillage en gare et d'aiguillage sur les voies; les milles-locomotive, et b) les mesures de la taille ou de capacité[7] du chemin de fer : par exemple, les milles de ligne, les milles de voie utilisés pour la circulation et l'aiguillage en gare; la pente et la courbure de la voie. Des études spéciales donnent lieu à la mise au point de facteurs supplémentaires de répartition des coûts : rapport entre les milles effectivement parcourus et les milles en ligne droite (circuits); rapport entre les wagons effectuant des déplacements en charge et les wagons effectuant des parcours à vide (rapport de retour à vide); fréquence des manoeuvres d'aiguillage; minutes d'aiguillage par manoeuvre; jours-voiture/wagon et milles-voiture/wagon par manoeuvre d'aiguillage, selon le type de wagon ou de voiture; travail effectué à son compte par le chemin de fer (non payant). Ces facteurs supplémentaires de répartition des coûts servent à estimer le travail qu'il faut effectivement fournir pour produire un déplacement. Par exemple, dans le cas d'un envoi donné, on doit inclure le routage réel des wagons et le retour à vide (le cas échéant).

4.2 Établissement des liens pour le calcul du prix de revient

Après le traitement préalable des données, on identifie les liens de cause à effet sous-jacents aux coûts. La phase première dans la plupart des comptabilités de prix de revient est de relier les facteurs de production aux processus intermédiaires, ce qui permet de dégager les coûts spécifiques et les coûts unitaires correspondant aux unités intermédiaires de travail. Dans bien des cas, lorsque le lien de cause à effet est évident, on peut **attribuer directement** aux unités de travail en question les charges inscrites aux comptes. Par exemple, si un wagon est consacré à un certain type de trafic, l'on peut attribuer directement à ce trafic les coûts de propriété et d'entretien de ce wagon. Il convient donc de procéder à l'attribution directe d'une catégorie de charges si le coûts est propre au service en question, autrement dit, s'il s'agit d'un coût évitable dont aucune partie n'est par conséquent commune ou fixe. Le système comptable permettra d'autant plus d'identifier ces frais directs ou spécifiques s'il décompose les charges à un niveau de détail plus précis, permettant ainsi d'apparier plus exactement les installations aux prestations.

Un grand nombre des charges importantes sont communes à plusieurs services ou types de trafic. Par exemple, les frais d'entretien de la voie et du chemin de roulement sont attribuables en partie à chacun des services qui utilisent la ligne. En outre, la voie et le chemin de roulement doivent respecter une norme minimale quelconque avant de pouvoir service à quelque transport que ce soit. Le plus souvent, il y aura donc certains coûts fixes et certains coûts évitables (c'est-à-dire des coûts variant en fonction de l'utilisation). On remonte aux causes des coûts d'entretien de la voie et du chemin de roulement en estimant de combien la catégorie de charges entières varierait si les divers produits intermédiaires variaient. Ainsi, pour l'entretien de la voie et du chemin de roulement, la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada utilise une équation du genre suivant :

Frais d'entretien de la voie et du chemin de roulement =
constante + coût unitaire$_1$ x milles-tonne brute
+ coût unitaires$_2$ x minutes d'aiguillage dans les gares de triage
+ coûts unitaires$_3$ x minutes d'aiguillage des trains
+ paramètre x milles de ligne équivalents

Dans une telle équation, la "constante" équivaut habituellement à la partie du coût qui est fixe; l'élément "paramètre x milles de ligne équivalents" est fixe également, puisqu'il décrit l'état des infrastructures; les trois éléments exprimant le coût unitaire sont de fait ceux qui décrivent comment les charges varient en fonction du trafic. Par exemple, si une quantité donnée de trafic nécessite X milles-tonne brute supplémentaires, Y minutes d'aiguillage dans les gares, et Z minutes d'aiguillage de trains, son coût évitable est égal à la somme des variables suivants : coût unitaire$_1$ X + coût unitaire$_2$ Y + coût unitaire$_3$ Z. Si l'on devait abandonner la ligne complètement, les éléments "constante" et "milles de ligne équivalents" deviendraient eux aussi évitables.

Le calcul des paramètres d'une telle équation s'effectue habituellement au moyen de l'**analyse de régression.** On recueille des observations sur différentes combinaisons de charges engagées simultanément :

milles-tonne brute, minutes d'aiguillage dans les gares de triage, minutes d'aiguillage de trains, et pente de la voie. Si ces observations varient suffisamment, il est possible d'établir une équation de régression permettant d'estimer l'effet de chaque produit sur la charge envisagée. S'il y a peu de variation d'une observation à l'autre, on ne pourra se fixer à l'équation de régression, pas plus qu'à l'estimation des liens de cause à effet.

En général, les observations portant sur l'exploitation ferroviaire sont recueillies à un moment précis dans le temps (ou actualisées sur une période de quelques années), mais elles recoupent différentes régions. Au Canada, par exemple, on prend comme points de données les divisions d'exploitation. Lorsque de nombreux chemins de fer sont exploités dans un pays, comme aux États-Unis par exemple, chaque chemin de fer est considéré comme un point d'exploitation. En revanche, s'il n'y a qu'un chemin de fer ou deux, et si une catégorie de charges n'est inscrite aux comptes qu'à l'échelle du réseau, on pourra recourir à une série chronologique d'observations. La possibilité de regrouper observations transversales et séries chronologiques a également été explorée.

À titre d'exemple, le Uniform Railroad Costing System utilisé aux États-Unis prévoit 15 analyses semblables de régression en vue d'identifier la cause des coûts suivants : 1) entretien de la voie principale; 2) entretien de la voie — frais généraux; 3) salaires des équipes de train en service; 4) frais généraux de transport; 5) frais du carburant pour le transport; 6) entretien et réparation des locomotives de route et frais généraux s'y rattachant; 7) inspection des trains routiers; 8) évacuation en cas de sinistre; 9) aiguillage — entretien et frais généraux; 10) activités des gares de triage; 11) salaires des équipes de manoeuvre; 12) réparation des locomotives de manoeuvre; 13) frais généraux et autres charges administratives; 14) réparation des wagons de marchandises — montant net; et 15) réparation des wagons de marchandises — frais généraux. La démarche utilisée vise à remonter aux causes de ces catégories de charges en reliant celles-ci à des produits ou mesures intermédiaires comme les milles-wagon, les milles-tonne brute, les wagonnées expédiées et reçues, les milles-locomotive, les milles de ligne, les heures-train consacrées aux manoeuvres et les milles-train en service.

Une catégorie de charges peut également servir de variable indépendante en vue d'expliquer une autre catégorie de charges (méthode dite "pyramidale" de calcul des coûts); cette pratique est utilisée couramment dans le système canadien de calcul des frais ferroviaires pour déterminer les frais généraux et administratifs. En revanche, dans ses analyses de régression, l'URCS américain a tendance à établir une relation entre les frais généraux et administratifs, d'une part, et la production et la capacité, d'autre part; l'Union internationale des chemins de fer procède par attribution directe en répartissant les charges au prorata.

Enfin, une analyse de régression effectuée à partir d'une catégorie de charges peut servir à analyser une autre catégorie ou un autre compte de charges, après avoir effectué les rajustements voulus pour tenir compte des divergences quant à l'importance relative des charges globables. Aux États-Unis, l'URCS utilise largement ce procédé; plus précisément, on applique à chaque type de wagon de marchandises les analyses effectuées sur l'ensemble des wagons de marchandises.

Notons que s'il est établi théoriquement qu'il n'y a aucun coûts "fixes" à prendre en considération dans l'équation de régression, autrement dit, si la constante est égale à zéro, et s'il n'y a qu'un seul produit intermédiaire, par exemple des milles-tonne brute, alors l'équation peut être réduite à la forme suivante :

charges = coût unitaire x niveau de production

et l'on peut calculer le coût unitaire par simple division. Ce procédé porte aussi le nom d'**analyse directe.**

Bien que l'analyse de régression soit l'instrument le plus utilisé pour estimer les coûts fixes et évitables, et pour départager les effets des différents produits sur les coûts communs, elle comporte des limites importantes. Par exemple, on doit disposer d'un nombre assez important d'observations touchant une gamme variée de situations, sinon il est impossible de départager les liens de cause à effet (non-colinéarité). Parallèlement, toutes les variables à l'exception de celles qu'on étudie doivent demeurer stables d'un échantillon à l'autre (homogénéité de l'échantillon). D'autre part, les observations doivent respecter les critères statistiques habituels applicables à l'analyse de régression (homoscédasticité, distribution normale de type gaussien ou d'un autre genre "raisonnable", absence de corrélation sériale ou cyclique).

Compte tenu de toutes ces conditions, il est parfois utile de recourir à des études spéciales, techniques et autres, afin de compléter l'information sur les liens de cause à effet. La formule Davis est la plus connue parmi ces méthodes : elle permet d'estimer la consommation de carburant à partir de variables telles que la charge par essieu, la vitesse du train et la surface de celui-ci en coupe transversale. Une telle formule, recommandée notamment par l'Union internationale des chemins de fer, peut servir de base en vue de préciser les facteurs déterminants des coûts en carburant. D'autres études techniques peuvent éclairer le rapport qui existe entre la courbure des voies et l'entretien des voies et des roues. Des études spéciales des temps et mouvements peuvent aussi contribuer à la définition de modèles de causalité.

Les études spéciales, techniques et autres, peuvent en outre faciliter la définition de variables explicatives synthétiques qu'on peut utiliser dans les analyses de régression. Une telle solution peut s'avérer particulièrement utile lorsque le nombre d'observations est restreint (en raison du faible nombre de divisions d'exploitation que compte le chemin de fer) et que par conséquent on doit se limiter à une ou deux variables explicatives. Par exemple, le produit intermédiaire correspondant au transport de marchandises sur les grandes lignes est souvent mesuré en milles-tonne brute. Or les frais d'entretien occasionnés par une unité mille-tonne brute peuvent varier en fonction des courbes et de l'élévation des voies du type de traction, de la vitesse du train, des essieux porteurs, etc. Toutes ces variables peuvent être intégrées dans une équation de régression à titre de variables explicatives. Pour des raisons tant théoriques que statistiques, cependant, il est parfois souhaitable de construire une variable permettant de pondérer les milles-tonne brute pour tenir compte des conditions dans lesquelles elles ont été produites. (Par exemple, il est possible que des registres existants précisent les quantités

de main-d'oeuvre et de matériaux utilisées sur diverses sections de la voie.) Après pondération, les milles-tonne brute peuvent servir dans une analyse de régression comme variable synthétique applicable aux transports sur les grandes lignes.

4.3 Coûts spécifiques et coûts unitaires

Les méthodes décrites ci-dessus servent à développer si possible les coûts spécifiques — et, si cela est nécessaire, les coûts unitaires — pour chaque ensemble de comptes, et par conséquent pour chaque compte, de façon explicite ou implicite. L'estimation des coûts spécifiques et des coûts unitaires applicables s'effectue d'ordinaire séparément pour le coût d'exploitation et le coûts des immobilisations, bien que les méthodes d'analyse soient en général semblables. De plus, pour ce qui est des coûts en immobilisations, on établit souvent une distinction entre l'amortissement et le rendement du capital investi. Dans le cas des coûts d'exploitation, on pourra procéder à des analyses distinctes en fonction des diverses catégories de charges normales (main-d'oeuvre, matériaux, autres), suivies de la globalisation des résultats. Certaines comptabilités de prix de revient suivent un tel procédé systématiquement.

Ordinairement, l'on calcule les coûts spécifiques et unitaires en se servant des données observées pour une année précédente, de sorte que, strictement parlant, ces coûts intéressent le trafic de cette année-là. Dans la pratique, l'on souhaite plutôt obtenir les coûts pour une ou plusieurs années à venir. Il existe deux principaux moyens d'obtenir ces coûts futurs. La première méthode consiste à utiliser les budgets et les plans de la société ferroviaire afin de projeter les comptes et les statistiques d'exploitation, au moins jusqu'à un certain degré de ventilation. La méthode que nous avons déjà décrite peut alors être appliquée à ces projections pour obtenir les coûts spécifiques et unitaires prévus. La seconde méthode consiste à projeter les coûts spécifiques et unitaires traditionnels pour traduire l'évolution des indices de prix et les indices de productivité, s'ils sont disponibles, que l'on attend pour les intrants pertinents, c'est-à-dire la main-d'oeuvre, le carburant, les autres matériaux et l'équipement. Cela suppose que la technologie utilisée par le chemin de fer est relativement stable, que l'évolution du volume de trafic d'une année à l'autre se fait graduellement et, par conséquent, que les changements quant aux prix des intrants peuvent tout simplement être attribués aux changements sur le plan des coûts spécifiques et unitaires. Dans la pratique, cette seconde méthode est acceptable à condition que les coûts antérieurs, sur lesquels elle est fondée, soient régulièrement mis à jour.

4.4 Analyse des blocs de trafic dont il faut déterminer le prix de revient

Une fois les coûts spécifiques et les coûts unitaires des unités intermédiaires d'exploitation identifiés, on peut procéder comme suit au calcul du prix de revient d'un transport ou d'un bloc de trafic donné. Premièrement, il importe de décrire le déplacement que cela implique de même que ses exigences. Pour pouvoir se livrer à cette analyse, il faut bien définir le produit et son volume annuel, l'origine et la destination du déplacement, le(s) type(s) de matériel nécessaire au transport, etc. Ces donnés en main, on peut ensuite établir quelles unités intermédiaires de travail s'appliquent à ce déplacement. Ce peut être des milles-voiture, des

jours-voiture, des milles-tonne nette, etc. Une fois déterminées, ces unités de travail sont appliquées aux coefficients de coût unitaire correspondants, et on leur ajoute les coûts spécifiques évitables obtenus par attribution directe. Le résultat de l'opération est le coût évitable du transport ou de la prestation en question.

Par exemple, dans le cas du URCS américain, les blocs de trafic pertinents sont décomposés d'après les processus intermédiaires qui les composent. Ce sont :

a) les transports sur les grande lignes, y compris le fonctionnement du train, les locomotives et l'utilisation du chemin de roulement (investissement et entretien);

b) les opérations terminales, incluant les divers types d'aiguillage;

c) les activités concernant les voitures, y compris l'utilisation reliée au temps (jours-voiture) et l'utilisation reliée à la distance (milles-voiture); et

d) les autres activités, incluant les prestations spéciales ainsi que les pertes et dommages.

On utilise les statistiques d'exploitation et les statistiques sur le trafic pour mettre au point les unités de travail ou d'exploitation associées avec ces processus intermédiaires, par exemple, les milles-tonne brute, les milles-train, les minutes d'aiguillage, les wagonnées, etc. Pour former les unités de travail ou d'exploitation appropriées, on s'appuie sur les facteurs d'exploitation suivants : 1) la tare des wagons (par type de wagon); 2) les facteurs liés aux parcours ou circuits; 3) les rapports de retour à vide; 4) la fréquence des manoeuvres d'aiguillage; 5) le nombre de minutes-locomotive de manoeuvre par aiguillage; 6) les jours-voiture par manoeuvre d'aiguillage; et 7) les milles-voiture par manoeuvre d'aiguillage.

Après avoir calculé les statistiques de base concernant les milles-train, on procède à la formation des coûts évitables pour chaque composante des opérations ferroviaires, notamment les transports sur les grandes lignes, les gares terminus, les wagons de marchandises, les services spécialisés ainsi que les pertes et dommages. On arrive au coût évitable pour chaque envoie en additionnant ces composantes.

Le système canadien de calcul des prix de revient suit un procédé analogue. La différence principale est qu'au Canada on utilise des renseignements supplémentaires pour arriver aux calculs particuliers, par voyage de train, des facteurs d'exploitation ci-dessus. À ce point de vue, le système canadien utilise une base de données plus détaillée pour mesurer le travail effectué, et donne donc lieu à des résultats plus précis.

Exemple

Un exemple de l'application de la compatibilité de prix de revient est fourni dans une étude récente comparant les méthodes de calcul des coûts du service de trains de voyageurs au Canada et aux États-Unis[8]. Aux États-Unis, les services de trains de voyageurs sont fournis par une entreprise distincte, AMTRAK, qui passe des contrats avec d'autres compagnies ferroviaires pour utiliser certaines de leurs infrastructures et installations d'entretien, de même qu'une partie de leur personnel. De plus, la société AMTRAK est propriétaire de ses propres voies dans un corridor à haute densité situé dans le nord-est des États-Unis, de même que de d'installations majeures de réparation et de la plupart des stations. Au Canada, les services de trains de voyageurs sont fournis par VIA Rail, qui passe des contrats avec d'autres compagnies de chemin de fer pour utiliser certaines de leurs installations, tout comme dans le cas d'AMTRAK. Contrairement à AMTRAK, cependant, VIA Rail n'est propriétaire d'aucunes infrastructures (bien qu'elle soit en train d'acquérir quelques stations).

Les opérations tant d'AMTRAK que de VIA donnent lieu à des déficits que prennent en charge les gouvernements fédéraux respectifs. Ces derniers ne sont donc pas indifférents au contrat qui est conclu par leur transporteur ferroviaire avec les transporteurs de qui il achète des services. Puisque les sommes à verser au titre de ces contrats sont dans une large mesure fondées sur les coûts engagés, il va de soi qu'on surveille constamment ces coûts et les méthodes employées pour les calculer.

Dans ses contrats avec les chemins de fer américains, AMTRAK se base sur les coûts strictement évitables, c'est-à-dire, les frais qui disparaîtraient dans un court laps de temp si les services de voyageurs devaient être abandonnées. En revanche, VIA Rail utilise en général les coûts variables et à long terme, soit les frais qui disparaîtraient sur une période de temps plutôt longue, de trois à quatre ans par exemple, si on abandonnait les services de trains de voyageurs. En raison de ces fondements théoriques différents entre les deux pays, les coûts de VIA incluent le dédommagement pour le coût du capital, la dépréciation, l'impôt foncier et l'administration générale, ce qui n'est pas le cas pour AMTRAK.

L'étude en question compare les méthodes utilisées par AMTRAK et VIA, et examine les conséquences qui découleraient de l'adoption des méthodes d'AMTRAK par VIA. Bien que ce rapport soit de nature technique, il met en relief les conditions dans lesquelles le service de trains de voyageurs est produit, et aide donc à faire le point sur sa viabilité.

Chapitre 5

CONCLUSION

Un examen des comptabilités de prix de revient utilisées actuellement aux fins des transports par chemin de fer permet de dégager les considérations théoriques suivantes. Le processus d'établissement du prix de revient peut généralement être décomposé en six étapes distinctes, tel qu'on l'a décrit précédemment, bien que tout système donné puisse combiner certaines de ces étapes ou encore les diviser de façon plus détaillée. Au minimum, chaque étape doit comprendre certaines caractéristiques, mais peut également contenir des raffinements et des approches plus perfectionnées. Ceux-ci sont décrits dans les sections suivantes.

5.1 Une base de données adéquate

Une base de données doit permettre la consignation des éléments de charges et de biens (ou investissements) d'une part, et des statistiques concernant l'exploitation et le trafic d'autre part; les modalités retenues doivent garantir la compatibilité des divers registres et permettre la comparaison de ceux-ci. Afin de faciliter la vérification et pour des raisons de fiabilité, les registres de charges et de biens devraient être intégrés dans un système de comptes logique et clairement défini. On peut toujours consigner les données sur l'exploitation et le trafic dans un système statistique distinct, mais pour des raisons de compatibilité il est préférable d'inclure ces données dans le système de comptes proprement dit.

Les données doivent être suffisamment détaillées. Premièrement, elles doivent permettre d'estimer la variabilité des divers postes de charges en fonction des changements au niveau de la production; autrement dit, elles doivent mettre en lumière de quelle façon les charges varient selon les types de matériel, les catégories de prestations et l'emplacement géographique. Deuxièmement, à partir des données on doit pouvoir identifier des blocs de trafic présentant un intérêt particulier et en déterminer le prix de revient. Le travail effectué relativement à d'autres blocs de trafic devrait aussi être consigné séparément. En pratique, on satisfait à ces deux conditions en prévoyant une décomposition géographique assez détaillée et en regroupant les différents types de locomotives, de voitures et de wagons dans des catégories relativement homogènes.

Au delà des exigences minimales, il est possible d'améliorer la base de données en y incorporant plus de détail; par exemple, on pourrait subdiviser les types de voies selon leur poids relatif, établir l'investissement et l'entretien selon la subdivion, fair la distinction entre les différents genres de gares de triage, etc. Ces détails peuvent être précisés explicitement dans le système comptable; si cela est infaisable, ils peuvent êtres basés sur d'autres informations, par exemple, les temps consacrés à diverses fonctions d'entretien, que l'on obtiendrait des registres de travail. Lorsqu'on décide du niveau de décomposition, il est important de comparer les avantages provenant d'informations plus précises

aux frais supplémentaires qu'elles entraînent ainsi qu'au problème de ne pas sacrifier les qualités de fiabilité et d'uniformité des données.

De plus, la base de données doit inclure des indices de prix pour que l'on puisse porter les charges aux comptes en dollars constants, ce qui rend les comparaisons possibles d'une année à l'autre. Au minimum, on devrait maintenir des indices de prix pour chaque catégorie de charges normales figurant dans les comptes. Par exemple, il devrait y avoir un indice de main-d'oeuvre qui refléterait les salaires effectivement versés par la compagnie de chemin de fer. Si possible, on utilisera des indices plus détaillés; par exemple, un indice des salaires payés au personnel de bureau, qu'on appliquerait aux frais administratifs; un autre pour les salaires des équipes de train, qu'on appliquerait aux coûts d'exploitation des trains, etc. Dans un système plus élaboré, l'on pourrait construire et maintenir des indices de productivité, lesquels serviraient à rajuster les charges pour tenir compte des gains d'efficacité (en sus des rajustements effectués à l'aide des indices de prix pour tenir compte des augmentations de coûts). Par exemple, les charges liées aux wagons de marchandises pourraient être rajustées pour tenir compte d'un accroissement de l'efficience résultant d'une amélioration des techniques de chargement/déchargement, ou des techniques de gestion des wagons.

Il faut aussi faire attention au moment de consigner la valeur monétaire d'un investissement dans les biens ou d'une immobilisation. Dans certains systèmes de comptabilité, l'on se sert des valeurs comptables originales, en accumulant l'amortissement annuel, ce qui a pour effet de réduire les valeurs comptables nettes. En périodes de taux d'inflation élevé ou de mouvements rapides des prix relatifs, l'on pourrait compléter ces données originaires par des renseignements sur la valeur actuelle des biens. Cette information pourrait être fondée sur des indices de prix généraux traduisant les différents types de biens; ou encore, elle pourrait inclure les valeurs de remplacement des biens donnés, en fonction des valeurs marchandes actuelles. Ces données complémentaires doivent aussi tenir compte des répercussions de l'évolution des prix ainsi que de la désuétude technique et économique sur les imputations d'amortissement appropriées[9].

Un raffinement connexe consiste à prévoir explicitement des grands travaux périodiques d'entretien ou de réparation qui sont censés être effectués à quelques années d'intervalle. Par exemple, si les wagons d'une certaine catégorie doivent être remis en état tous les trois ans, les dépenses d'entretien pourraient être modifiées les deux années précédentes ainsi que l'année pendant laquelle les travaux sont effectués.

Bien que les améliorations apportées à toute étape du processus d'établissement des coûts de revient permettent de mieux estimer les coûts, il faut aussi s'intéresser grandement à la base des données. Toute tentative d'obtenir des données plus exactes et, si possible, plus détaillées rapportera éventuellement au centuple.

5.2 **Méthodes de prétraitement des données**

Avant de procéder comme tel à la détermination des prix de revient, trois étapes préliminaires s'imposent. Premièrement, il faut regrouper d'une manière utile quelconque les renseignements détaillés dont on dispose, compte

tenu du problème particulier envisagé. Au minimum, ce regroupement est fondé sur un jugement éclairé permettant de considérer certaines catégories de charges comme des ensembles homogènes. Il serait déjà mieux de procéder à des études ponctuelles — statistiques, techniques et autres — afin d'analyser les postes individuels pour voir s'ils se "comportent" réellement de façon semblable. De telles études pourraient être effectuées de nouveau si d'importants changements survenaient dans les méthodes d'exploitation ou dans la technologie.

Deuxièmement, les données doivent être ajustées afin de réduire au minimum les répercussions que peuvent avoir distorsions et irrégularités. Par exemple, on effectue l'entretien du matériel après que l'usure normale a laissé ses traces, et il arrive qu'on reporte ces travaux de plusieurs années; il convient donc de corriger les charges pour tenir compte de ce décalage dans le temps si l'on veut imputer ces charges au trafic qui en est la cause. De plus, il peut falloir effectuer certains grands travaux de réparation de façon aléatoire, par exemple lors d'accidents graves ou de désastres naturels; l'attribution de la charge résultante au trafic pour une année donnée peut induire en erreur. Une solution minimale serait d'actualiser les frais d'entretien sur une période de trois ou cinq ans. Une meilleure solution consisterait à effectuer des études ponctuelles sur les pratiques d'entretien, notamment en vue de déterminer le laps de temps qui s'écoule entre l'apparition de l'usure et l'exécution des travaux d'entretien; l'on pourrait alors tenir explicitement compte de ces laps de temps dans les données. Les cas spéciaux, y compris les travaux d'entretien extraordinaires reportés, pourraient alors être explicitement identifiés et liés au trafic sur des périodes de temps convenables. On devrait par ailleurs revoir l'amortissement des biens immobilisés pour faire en sorte que le calendrier d'amortissement retenu coïncide avec l'évolution de la valeur économique des biens en question. De tels rajustements aux coûts d'exploitation et d'immobilisations faisant entrer en ligne de compte le facteur temps nécessitent que les charges soient inscrites en dollars constants. En revanche, cela exige le maintien d'indices de prix appropriés, comme nous l'avons expliqué précédemment.

Troisièmement, avant de pouvoir comparer des charges avec les opérations et le trafic les ayant occasionnées, certains ajustements s'imposent aux données sur le trafic pour tenir compte de facteurs divers : retours à vide imputables à différentes classes de trafic, mesure dans laquelle le parcours suivi est indirect plutôt qu'en ligne droite, tare des wagons, importance des manoeuvres d'aiguillage nécessaires. Au minimum, on établira des ratios de parcours à l'échelle du réseau et des rapports de retour à vide. À titre d'amélioration, on pourrait calculer des rapports plus spécifiques, se rapportant précisément aux différentes classes de trafic. Il conviendrait par ailleurs de chercher à établir les causes des retours à vide, au moyen d'études spéciales, en prenant en considération le réseau ferroviaire dans son ensemble et les différents types de trafic qui s'y déplacent.

5.3 Estimation des coûts spécifiques et des coûts unitaires

Les processus intermédiaires, qui correspondent aux activités productives physiques d'un chemin de fer, doivent être identifiées et les unités de travail doivent être définies de manière à pouvoir mesurer les

niveaux auxquels s'effectuent ces processus. Les coûts des processus intermédiaires doivent alors être identifiés en appareillant les charges aux travaux exécutés. Dans la mesure du possible, on attribue les charges directement aux unités de travail en cause. S'il y a des coûts fixes ou communs, il faut recourir à des analyses de régression ou autres instruments semblables afin d'estimer les coûts unitaires des unités d'exploitation, procédé qui permet d'analyser la variation des charges selon le niveau d'activité. Ces instruments mettent en lumière les effets directs de blocs de trafic donnés sur les coûts.

Les analyses de régression sont ordinairement fondées sur une coupe instantanée d'observations ou d'observations de chemin de fer dans différentes régions géographiques, ou sur différentes voies. Les coûts unitaires résultants correspondent donc aux coûts unitaires moyens, traduisant ainsi l'influence commune de toutes ces observations sur lesquelles est fondée l'analyse de régression. Pour rendre ces coûts unitaires plus spécifiques, afin de rendre compte des conditions propres à chaque région géographique, il s'agirait d'examiner les valeurs résiduelles des analyses de régression et d'incorporer des rajustements basés sur ces valeurs. Une autre possibilité serait de compléter les données de coupes instantanées par des données de séries chronologiques et d'analyser la variation dans le temps ainsi que dans l'espace. Cela serait plus facile si les laps de temps qui s'écoulent entre l'exécution des travaux et les charges résultantes étaient explicitement identifiés plutôt que d'être étalés dans le temps. Il existe des techniques de régression pour analyser les données de coupes instantanées et de séries chronologiques mises en commun.

Traditionnellement, les analyses de régression ont pris des formes fonctionnelles linéraires, c'est-à-dire qu'elles ont servi à exprimer les charges en tant que fonctions linéraires des unités de travail. Dans le cas de faibles variations dans le volume de trafic, cette approximation est sans doute convenable. Cependant, il convient également d'examiner la possibilité de relations non linéraires. Par exemple, il y a de bonnes raisons de croire que des chargements lourds sur les essieux peuvent causer l'usure de plus en plus grave des rails. Encore une fois, la densité croissante du trafic peut écourter les laps de temps entre les travaux d'entretien, augmentant ainsi de façon disproportionnée les charges d'entretien. Le principal désavantage que présentent ces formulations non linéraires est que les coûts unitaires résultants varient en fonction du volume total de travaux effectués ainsi que du volume total de trafic.

Une autre façon de calculer les coûts unitaires consiste à utiliser des liens techniques entre les processus physiques pour établir le rapport de causalité entre le travail réalisé d'une part et les charges engagées d'autre part, c'est-à-dire le rapport entre le travail effectué et le carburant consommé. Les études techniques sont aussi utiles pour établir des unités de travail "synthétiques" servant à mesurer les processus intermédiaires, c'est-à-dire les milles-route ou les milles-tonne équivalents; ces unités pourraient tenir compte des conséquences des variations dans les pentes, les courbes, les vitesses d'exploitation, etc. Ces unités de travail synthétiques pourraient en retour servir à attribuer directement les coûts spécifiques ou, dans les analyses de régression, à établir les coûts unitaires. Généralement, plus les études techniques progressent, plus leurs

résultats peuvent être incorporés aux systèmes de détermination des prix de revient des chemins de fer.

Un autre ensemble d'outils qui peut être utile pour analyser les dépenses en immobilisations consiste en divers modèles de planification et de simulation des réseaux ferroviaires, mis au point au cours de la dernière décennie. Ces modèles peuvent servir à estimer les répercussions qu'aurait sur la capacité le fait d'ajouter divers blocs de trafic à une voie ou à une réseau ferroviaire. Dans la mesure où le mouvement permanent d'un bloc de trafic utilise la capacité et devance la date d'expansion de celle-ci, il faut faire entrer en ligne de compte un coût supplémentaire qui entretient avec ce bloc de trafic un lien de causalité. Une analyse du genre serait spécialement utile pour calculer les coûts futurs; jusqu'ici, toutefois, elle n'a servi que pour des études spéciales et n'a pas encore été incluse dans un système permanent de détermination des prix de revient.

Le niveau de détail auquel sont développés les coûts spécifiques et unitaires doit être assez précis pour faire ressortir l'hétérogénéité du réseau suffisent. En d'autres occasions, les différences régionales ou opérationnelles peuvent être importantes; par exemple, il se peut qu'il faille distinguer entre les lignes à haute densité et celles à faible densité, ou encore entre les coûts d'exploitation des trains-blocs par opposition à ceux des trains de marchandises rapides et des trains collecteurs.

Il importe d'estimer le plus exactement possible les rapports de cause à effet qu'on applique aux coûts. Si l'on utilise par exemple l'analyse de régression, les résultats doivent avoir du sens sur le plan opérationnel; de plus, il faut respecter les critères statistiques reconnus. Il peut être souhaitable, à l'occasion, d'établir les limites de confiance applicables aux coefficients ou coûts unitaires calculés; on peut alors déterminer des limites de confiance pour le coût d'un bloc de trafic donné.

5.4 Prix de revient des blocs de trafic

Le niveau de globalisation caractérisant les blocs de trafic dont on cherche à déterminer le prix de revient s'étend sur toute une gamme: il peut être relativement élevé (service de trains de voyageurs), moyennement élevé (ensemble du trafic sur une ligne donnée ou un groupe de ligne en particulier) ou très peu élevé (transport de wagonnées d'un produit précis entre deux points spécifiques). Quel que soit le bloc de trafic considéré, on doit d'abord identifier les processus intermédiaires ou unités de travail correspondants. Dans la plupart des systèmes de détermination des prix de revient, ces unités de travail sont établies en fonction de l'expérience réelle. C'est ainsi que les données originaires sont utilisées pour calculer les milles-train, les heures-train, les milles-wagon, les heures-wagon, les minutes d'aiguillonnage, la consommation de carburant, etc. correspondants au trafic. L'on se fonde dans ce cas sur l'hypothèse que les conditions d'exploitation changent lentement de sorte que les facteurs originaires peuvent être appliqués au trafic futur.

Une autre façon d'identifier les unités de travail correspondant à un bloc de trafic consiste à utiliser un des modèles de planification et de simulation de réseaux ferroviaires que nous avons mentionnés. Normalement,

ce genre de modèles comporte comme sous-élément un calculateur de rendement du train (CRT). Ce CRT sert à simuler ou à calculer analytiquement les diverses heures requises, les milles parcourus, la consommation de carburant, etc. par un train d'une catégorie donnée sur un parcours donné. Compte tenu de la nature du CRT, les unités de travail qu'exige un bloc de trafic donné peuvent être identifiées de façon détaillée et spécifique pour ce bloc. De plus, le fait d'inclure le CRT dans un réseau ferroviaire permet de tenir compte de l'interaction entre differents genres de trafic. Au fur et à mesure que croît le volume de trafic utilisant une installation fixe, il se produit une congestion et par conséquent des retards de plus en plus marqués. Dans ce cas, un modèle de réseau ferroviaire avec CRT incorporé tient compte des retards causés par cette congestion croissante lorsqu'on fait le calcul des heures-train, des heures-wagon, de la consommation de carburant, etc. L'utilisation de modèles de réseaux ferroviaires pour transposer le trafic en unités de travail en est encore au stade expérimental, mais cela peut contribuer à la détermination plus exacte des coûts liés à l'accroissement du trafic dans les situations où il y a congestion.

Une fois que l'on a trouvé les unités de travail constituantes, l'on peut appliquer les coûts spécifiques et unitaires pour obtenir le coût évitable total d'un bloc de trafic. Cela exige cependant de connaître les coûts spécifiques et unitaires pour le trafic actuel et, idéalement, pour les mouvements futurs.

RENVOIS

[1] COMMISSION CANADIENNE DES TRANSPORTS, *Étude sur la formation des coûts des chemins de fer: Phase 1* (août 1978); *Phase 2*, 5 volumes (octobre 1979).

INTERSTATE COMMERCE COMMISSION, Bureau of Accounts, *Uniform Railway Costing System: Development, Functions and Regulatory Role* (1981); *1980 Railroad Cost Study* (décembre 1982); *Movement Cost Manual* (1983); *Railroad Carload Cost Scales - 1980* (avril 1983).

UNION INTERNATIONALE DES CHEMINS DE FER, *Principes et méthodes de calcul des coûts de transport par chemin de fer* (1977).

[2] Même si un État tient à offrir un service de transport par chemin de fer à titre de "service public", différentes possibilités s'offrent à lui; les coûts se rattachant à chacune d'entre elles constituent un élément important dont il doit tenir compte dans son choix.

[3] La question des subventions versées aux services ferroviaires est des plus complexes et dépasse le cadre de la présente revue.

[4] Ces coûts sont basés sur une wagonnée "standard" de 30 000 livres par wagon. Il y a en outre une disposition générale en vertu de laquelle les tarifs doivent concorder avec "l'intérêt public"; d'autre part, dans certaines régions, les tarifs applicables à des catégories données de marchandises font l'objet d'un contrôle explicite par l'État.

[5] Il y a lieu de rassurer le lecteur que, même si théoriquement on pourrait calculer le prix de revient pour des niveaux infinis de décomposition, en pratique il est généralement suffisant de recourir à une comptabilité qui calcule les coûts à un ou deux niveaux de détail. La discussion qui suit vise uniquement à faire ressortir que l'interprétation des coûts évitables et de leur causalité change selon le niveau de décomposition retenu.

[6] La technique de l'analyse de régression est décrite aux pages 22-23.

[7] Comme on l'a mentionné, la plupart des comptabilités existantes de prix de revient du transport par chemin de fer mesurent la taille du chemin de fer — par exemple, milles de chaque type de voie, gares de triage, etc. Or il est difficile de relier ces mesures à l'utilisation réelle de la capacité, souvent exprimée en fonction de l'accroissement de la congestion. Celle-ci tient à des facteurs autres que la densité du trafic. Par exemple, des trains circulant à des vitesses différentes impliquent que l'un rejoindra ou dépassera l'autre, ce qui imposera une charge additionnelle du point de vue de la capacité. On doit aborder ces problèmes dans le cadre d'études spéciales synchroniques, en construisant des modèles simulant les réseaux de chemins de fer et leurs opérations. Toutefois, ces méthodes sont fort complexes et peu de systèmes comptables y ont recours de façon courante.

[8] *Une comparaison des méthodes de calcul des coûts de AMTRAK et VIA*. Rapport préparé par le personnel (N° REA-CSD-83-03), Commission canadienne des transports, Comité des transports par chemin de fer, 9 avril 1983.

[9] Bien qu'il existe une abondante littérature sur la comptabilité des prix de revient, l'on n'a pas encore réalisé de consensus quant aux méthodes à utiliser. C'est ce qui explique que différents pays se soient donné des normes différentes. Cependant, la tentative de tenir compte de l'inflation est un élément commun à toutes celles-ci.

APPENDICES

Appendice A*

SYSTÈME DE DÉTERMINATION DES PRIX DE REVIENT DU TRANSPORT PAR CHEMIN DE FER CANADIEN

1. Le niveau conceptuel

Dans sa détermination des prix de revient du transport par chemin de fer, la Commission canadienne des transports s'est heurtée au problème conceptuel fondamental de l'application de la définition des "coûts évitables" liés à la fourniture du produit ferroviaire. Le problème est en partie lié à la période de temps qu'il faut envisager et en partie à la quantité du produit. À court terme, beaucoup de coûts sont inévitables, mais deviennent évitables à long terme c'est-à-dire lorsqu'il y a suffisamment de temps pour renégocier les contrats de travail, réviser les accords à long terme d'achat de matériaux et récupérer le capital grâce à l'amortissement qui permet de compenser dans le temps l'utilisation des immobilisations. En ce qui concerne la quantité du produit, une société ferroviaire n'éviterait pas tellement de coûts s'il devait se produire une très faible réduction dans la quantité des marchandises transportées par un train de marchandises qui, ainsi qu'il est prévu, doit faire le trajet entre deux villes. Toutefois, si la société ferroviaire abandonnait le service entre ces deux villes, tous les coûts liés au transport des marchandises, à la fourniture et à l'entretien du matériel roulant et des voies, etc. seraient économisés.

Au fil des ans, la Commission canadienne des transports a souvent été obligée d'affronter le problème de la définition des coûts variables. Consciente de l'impossibilité de trouver une définition convenant parfaitement à différentes périodes ainsi qu'à différents genres et différentes quantités de trafic, la Commission a en fait décidé de trancher le noeud gordien. Dans son ordonnance sur les frais, elle définit le coût variable de la manière suivante : "Le coût marginal à long terme de la production est le coût pour la compagnie d'un changement permanent et quantitativement petit dans l'ensemble de la production, lorsque toutes les ressources investies sont ajustées d'une façon optimale au changement" (Motifs de l'ordonnance n° R-6313, p. 453). Cela rejoint essentiellement la notion du coût marginal à long terme.

Un peu plus loin dans ce document, nous démontrerons que cette notion des prix de revient est en général fort acceptable comme une mesure des coûts du transport par chemin de fer qui s'applique aux aspects où il y a intervention de l'État. Cela ne veut toutefois pas dire que la notion du coût marginal à long terme convient également aux sociétés ferroviaires mêmes dans leurs opérations commerciales. Pour relativiser cette notion, rappelons que les coûts variables tels qu'ils sont définis au Canada correspondent à à peu près cinq sixièmes du total des coûts, variables et fixes, du transport

---

* Cet appendice a été écrit par M. J. Heads, directeur exécutif du Comité des transports par chemin de fer.

par chemin de fer. Pour ce calcul, bien sûr, les coûts ne correspondent pas uniquement aux charges des chemins de fer, mais incluent également l'amortissement et le rendement du capital pour tout l'investissement du chemin de fer.

À ce stade conceptuel, il convient également de faire une autre observation sur les coûts marginaux à long terme. Les économistes ont tendance à se représenter les courbes de coûts comme étant unies et à ne pas envisager de discontinuités en ce qui concerne l'investissement. Par conséquent, sauf en ce qui concerne les estimations de coûts pour les embranchements, le système canadien de détermination des prix de revient suppose implicitement que des changements mineurs du produit peuvent être assez facilement réalisés à la marge, aucun compte n'étant tenu des répercussions qu'il peut y avoir sur les coûts lorsqu'il faut apporter des changements majeurs à la capacité.

2. La base de données canadienne

Les données servant à la détermination des prix de revient au Canada sont fournies par les sociétés ferroviaires conformément aux directives comptables et à la structure des comptes, ainsi que l'exige la Classification uniforme des comptes (CUC) de la CCT. La CUC utilisée au Canada a été grandement refondue il y a environ trois ans, puisque la classification antérieure remontait à 1959 et avait évidemment besoin d'être révisée. Les objectifs de la CUC sont de veiller à ce que les comptes des chemins de fer soient présentés d'une manière conforme aux principes comptables généralement acceptés et qu'ils fournissent des données financières exactes et uniformes permettant de faire des comparaisons valables de coûts. La CUC précise également les statistiques sur le produit ferroviaire intéressant le processus de détermination des prix de revient.

Les comptes des sociétés ferroviaires sont divisés en sept grands groupes :

(i) Les comptes de recettes, incluant toutes les sommes que le transporteur a le droit de recevoir en contrepartie du transport ferroviaire; ce groupe comporte une vingtaine de rubriques;

(ii) Les comptes de charges, correspondant aux sommes que le transporteur doit verser pour fournir les services de transport ferroviaire, notamment pour l'entretien de ses installations; ce groupe comporte environ 160 rubriques;

(iii) Des recettes et des charges diverses qui ne sont pas liées aux activités de transport, par exemple le revenu et les frais d'intérêt; ce groupe comporte 11 rubriques;

(iv) Les comptes de biens dans lesquels figure l'investissement consenti par le transporteur au chapitre du matériel, des voies et de

l'infrastructure; ce groupe comporte une quarantaine de rubriques;

(v) Les comptes de l'amortissement accumulé, qui sont structurés exactement de la même façon que les comptes de biens;

(vi) Les comptes d'amortissement, qui sont aussi structurés exactement de la même façon que les comptes de biens; et

(vii) Les comptes de bilan, qui font voir l'état financier du transporteur en ce qui concerne son avoir, son passif, etc.; ce groupe comporte 40 rubriques.

Faute d'espace, nous ne pouvons, dans le présent document, entrer dans le détail de tous ces comptes, mais il suffirait peut-être de donner un exemple pour aider le lecteur à mieux comprendre. Comme nous l'avons déjà signalé, il y a environ 160 comptes de charges qui portent sur l'exploitation, le matériel, les voies et l'infrastructure ainsi que les charges générales. Parmi ces 160 comptes, il y en a 40 qui portent sur l'entretien du matériel et ceux-ci sont eux-mêmes regroupés en neuf sous-activités, à savoir les locomotives, les wagons de marchandises, les voitures de voyageurs, le matériel intermodal, le matériel de service et les machines du chemin de roulement, le matériel divers, le matériel de location, les dépenses diverses au chapitre du matériel et l'administration.

Outre ces données comptables, la CUC renferme également des statistiques d'exploitation. La CCT se sert de celles-ci aux fins de détermination des prix de revient ainsi que pour d'autres raisons totalement distinctes, par exemple pour concevoir les cadres d'échantillonnage qui lui permettent d'exercer ses responsabilités en ce qui concerne le contrôle sur le plan de la sécurité de l'exploitation, du matériel et des voies des chemins de fer.

Les statistiques d'exploitation forment six groupes généraux. Les trois premiers ont trait à l'exploitation du chemin de fer et portent notamment sur l'exploitation des trains et des gares de triage ainsi que sur le trafic acheminé. Les deux autres groupes portent sur le matériel et renferment des données sur les locomotives, les wagons et les voitures, tandis que le dernier groupe consiste en des statistiques sur la voie et le chemin de roulement. Encore une fois, pour concrétiser un peu cette explication schématique, signalons que sous locomotives, l'on trouve des données statistiques sur les milles-locomotive et les gallons de carburant consommés.

Les comptes de biens, les dépenses d'exploitation et les statistiques d'exploitation sont consignés selon la région qu'ils visent; par exemple, CP Rail a divisé le pays en 23 subdivisions pour l'établissement de ces rapports. Toutefois, certaines données, comme celles qui portent sur les dépenses de commercialisation et les frais d'administration du siège social, ne peuvent être signalées que pour l'ensemble du réseau. Au sujet des

données fournies pour les 23 divisions, la CCT vient de faire une étude sur l'amélioration qui pourrait résulter d'une ventilation géographique plus détaillée. Toutefois, comme on le reconnaît généralement, la désagrégation poussée des données se fait normalement au prix de l'exactitude, et, après une étude prolongée, il a été décidé de ne pas exiger, pour l'instant, une plus grande désagrégation.

Environ 25 % des 60 employés de la Direction de l'analyse économique des chemins de fer du Comité des transports par chemin de fer travaillent dans la division qui est chargée de vérifier les rapports fournis par les sociétés ferroviaires en vertu de la CUC et de déterminer les taux d'amortissement des chemins de fer et du coût du capital. Ce personnel est composé surtout de comptables, et leur travail de vérification consiste principalement à examiner les systèmes comptables plutôt qu'à contrôler et cocher comme cela se fait dans les démarches de vérification traditionnelle. La division travaille en étroite collaboration avec les vérificateurs internes et externes des sociétés ferroviaires et l'on pourrait décrire sa fonction principale comme étant de veiller à ce que les comptes des chemins de fer qui entrent largement en jeu pour le calcul des subventions ne soient pas chargés de dépenses qui appartiennent en fait à d'autres comptes.

3. Méthode de détermination des prix de revient

Nous avons conclu la partie antérieure de ce document en disant que tous les frais engagés par les sociétés ferroviaires devaient être établis et vérifiés. La CUC indique toutes les dépenses qu'ont engagées directement les sociétés ferroviaires. La division de la Direction de l'analyse économique des chemins de fer qui est chargée de les vérifier détermine également les taux d'amortissement et le coût du capital. En appliquant ceux-ci aux comptes de biens que renferme la CUC, on voit que tous les coûts, au sens économique, sont établis.

La démarche de détermination des prix de revient a essentiellement pour objet de retracer la cause des coûts. Autrement dit, il s'agit de déterminer quels coûts sont attribuables à des mouvements donnés, les coûts étant définis sur le plan conceptuel comme les coûts marginaux à long terme ou le coût "d'un changement permanent et quantitativement petit dans l'ensemble de la production", lorsque la période de temps considérée est suffisamment longue pour veiller à ce que tous les intrants soient rajustés de façon optimale pour tenir compte des changements.

La détermination des prix de revient a donc pour objectif général de déterminer comment toutes les dépenses des sociétés ferroviaires identifiées grâce à la CUC ainsi que les coûts d'amortissement et la propriété des immobilisations sont attribuables au trafic acheminé par les sociétés ferroviaires, en tenant compte, bien sûr, du fait que certaines de ces dépenses ne varient pas en fonction du trafic et qu'il s'agit donc de coûts fixes plutôt qu'évitables. Comme nous l'avons déjà signalé, la CUC permet de discerner plus de 160 comptes de charges distincts. Bien que certains des comptes de charges plus importants soient analysés séparément aux fins de la détermination des prix de revient, un grand nombre d'entre eux sont regroupés et sont considérés comme un groupe unique que l'on appelle un ensemble de coûts.

Une fois déterminés les groupements de charges, il s'agit d'associer les unités de production avec chaque ensemble de coûts pour déterminer la causalité. En général, les mesures de production utilisées pour expliquer les divers ensembles de coûts sont choisies, tout d'abord, à la lumière de la connaissance générale que l'on a de l'exploitation ferroviaire. La forme précise de la relation qui existe peut parfois être déterminée d'après cette connaissance, parfois en fonction d'études techniques, le choix final étant souvent fait à la lumière des éléments de preuve statistiques provenant de l'analyse de régression.

La détermination des coûts évitables faite grâce à cette méthode de détermination des prix de revient n'est malheureusement jamais facile à expliquer. Toutefois, comme tentative d'explication, l'on peut éventuellement commencer par l'équation suivante, en ayant toutefois bien soin de signaler que celle-ci simplifie certains des éléments les plus délicats pour tenter de présenter une vue générale.

$$\text{COÛTS ÉVITABLES} = \text{COÛTS SPÉCIFIQUES} + \sum \text{COÛTS UNITAIRES} \times \text{UNITÉS DE SERVICE}$$

Par attribution directe

Par analyse directe ou analyse de régression

La détermination des coûts spécifiques est la méthode préférée étant donné que cela permet d'attribuer les dépenses directement à leur cause précise. Il est d'ailleurs dit dans le Règlement sur le calcul des frais ferroviaires de la CCT que "Lorsque les frais précis sont connus ou qu'on peut les établir facilement à l'aide des archives de la compagnie, on doit utiliser ces frais".

On appelle la détermination des prix de revient par affectation directe l'utilisation des coûts spécifiques. Cette méthode est utilisée lorsque les coûts varient entièrement en fonction du trafic et que les charges peuvent être directement liées au mouvement dont on tente de déterminer le prix de revient. Il serait utile de donner quelques exemples. Ainsi, la CCT est chargée d'estimer les coûts attribuables aux embranchements, qui sont dans une situation perdante. Parmi les coûts liés au trafic dont le point d'origine ou de destination se trouve sur un embranchement, certains peuvent clairement être identifiés comme étant propres à l'embranchement, tels l'entretien du chemin de roulement, les impôts fonciers sur l'embranchement, les frais de main-d'oeuvre pour les employés des gares de passage qui se trouvent sur l'embranchement et le coût des immobilisations attribuables à l'investissement consenti par la société ferroviaire au chapitre de l'infrastructure de l'embranchement.

En ce qui concerne les services de trains de voyageurs, les coûts spécifiques pour les services voyageurs incluent les salaires des équipes de trains, les dépenses consenties pour les employés des gares de passage, les charges pour les voitures-lits et les voitures-restaurants et tous les frais d'entretien du matériel du service voyageurs.

Les coûts spécifiques sont tout d'abord attribués par suite d'une étude spéciale puis, annuellement, grâce à une étude courante, au fur et à mesure que les résultats sont prouvés et acceptables. L'on détermine les parties pertinentes des comptes en se reportant aux divers dossiers spécialisés des sociétés ferroviaires, par exemple ceux qui portent sur les biens et les taxes commerciales, les conventions collectives, les calendriers d'exploitation et divers dossiers statistiques. De plus en plus, l'on se fie à la détermination des prix de revient spécifiques; pour déterminer les charges imputées par CN Rail et CP Rail à VIA Rail au Canada, par exemple, la détermination des prix de revient se fait désormais dans une proportion atteignant jusqu'à 70 % en fonction des coûts spécifiques.

L'on a tendance à considérer la détermination des coûts spécifiques comme étant plus simple et plus directe que la détermination des coûts unitaires, mais cela ne vaut qu'au niveau théorique, et non pas dans la pratique. Environ 30 % des ressources de la Direction de l'analyse économique des chemins de fer de la CCT sont consacrées à des études que l'on peut décrire comment étant de détermination des coûts spécifiques. Plusieurs des problèmes qui se posent exigent beaucoup de temps, même s'ils ne sont pas complexes sur le plan méthodologique; c'est le cas par exemple de l'établissement des dépenses d'entretien, de main-d'oeuvre et de matériaux pour des embranchements spécifiques par opposition à l'ensemble des lignes ferroviaires. Certains des problèmes liés à la détermination des coûts spécifiques ont par contre posé des difficultés au niveau théorique; c'est le cas par exemple de la détermination de la valeur de récupération des embranchements, qui sert actuellement à établir le montant des subventions que reçoivent les sociétés ferroviaires pour les immobilisations engagées dans les embranchements non rentables.

Examinons maintenant l'élément des coûts unitaires/unités de service de l'équation ci-dessus, qui est utilisé dans les cas où il est impossible de déterminer des coûts spécifiques. Dans cette seconde partie de l'équation, l'on établit les unités de service associées à un mouvement donné, par exemple les milles-tonne brutes que suppose le mouvement, les milles-wagons par types de wagons donnés, les milles-locomotive diesel, les minutes d'aiguillage par gare de triage et ainsi de suite. Il s'agit ensuite d'établir, en se servant des méthodes que je tenterai d'esquisser un peu plus loin, le coût unitaire de chaque unité de service. Puis, en multipliant les quantités d'unités de service par les coûts unitaires appropriés, l'on obtient les coûts engagés dans la seconde partie de l'équation.

Pour établir un coût unitaire, il faut faire le lien entre l'ensemble de charges pertinent, tiré des données de la CUC, et une ou plusieurs unités de service. Lorsque l'on fait le lien entre une catégorie de charges et des unités de service, l'on suppose que ces mesures de la production ferroviaire sont les plus appropriées pour expliquer les dépenses engagées par le chemin de fer. Dans certains cas, toutefois, il ne convient pas de faire le lien entre des unités de service et des dépenses pour une année particulière. Cela vient du fait qu'il peut y avoir un décalage entre le moment où les dépenses sont engagées et celui où le mouvement se fait. C'est ainsi que les travaux d'entretien effectués au cours d'une année où il y a eu de fortes dépenses pour les chemins de fer ne portent pas uniquement sur le trafic pour cette année-là. Pour neutraliser ces distorsions, l'on

interprète parfois les coûts unitaires en étalant les dépenses sur plusieurs années (que l'on met à jour pour tenir compte de l'évolution des prix) ainsi que les statistiques de production. C'est ainsi que pour l'entretien des chemins de fer, l'on se sert de données pour cinq ans. Pour l'élément coûts unitaires/unités de service de l'estimation des coûts, l'on se sert de deux méthodes : l'analyse directe et l'analyse de régression.

L'analyse directe est utilisée lorsque l'on s'attend à ce que les dépenses qui constituent un ensemble de dépenses varient directement en fonction d'une seule mesure de production connexe. Dans ce cas, il s'agit de diviser les dépenses totales de l'ensemble par le nombre total d'unités de production de la variable explicative pour obtenir un coût unitaire. Ainsi, l'on divise la charge totale correspondant à la consommation de carburant dans la gare de triage par le nombre total de minutes d'aiguillage dans la gare de triage pour produire un coût unitaire de minutes d'aiguillage par gare de triage. L'on tire les dépenses totales de la CUC vérifiées, mais la CCT va néanmoins vérifier, par échantillonnage, le nombre de minutes d'aiguillage par gare de triage et plus spécialement le nombre attribuable au trafic pour lequel elle tente de déterminer le prix de revient pour arrêter le montant des subventions.

Un autre exemple d'analyse directe est la façon dont on traite les contributions au régime de pension de la société ferroviaire. Celles-ci sont proportionnées aux frais de main-d'oeuvre auxquels elles sont ajoutées, dans tout le réseau, en tant que pourcentage. De même, les frais d'entretien du matériel et de propriétés sont déterminés par une analyse directe par rapport aux milles-wagon et aux jours-wagon.

Il n'est pas nécessaire que les dépenses varient totalement avec la production pour utiliser cette methode. Une analyse de régression a par exemple permis à la CCT de déterminer que les dépenses de communications des sociétés ferroviaires variaient à 87 % avec le trafic (ou 72 % avec les activités totales, seulement cinq sixièmes des dépenses totales variant avec le trafic), et les sociétés ferroviaires attribuent ensuite cette partie variable des dépenses de communications, de façon proportionnelle, à tout le trafic.

L'on utilise l'analyse de régression lorsque l'on s'attend à ce qu'un ensemble de dépenses varie partiellement en fonction du trafic, mais à un taux inconnu, ou que les dépenses dépendent de deux ou plusieurs mesures de production distinctes. La technique utilisée est celle de la corrélation multiple type, bien que toutes les équations utilisées soient actuellement linéaires. Après examen de divers modèles statistiques, l'on en choisit un en fonction des qualités qu'il présente sur le plan statistique et à condition qu'il ne contredise pas des observations de bon sens fondées sur la connaissance acquise au sujet des méthodes d'exploitation des sociétés ferroviaires ou les réactions économiques attendues.

Par exemple, l'usure d'une ligne ferroviaire attribuable au passage des trains ne peut être liée directement au train même. Les dépenses d'entretien pour une ligne donnée sont fonction en partie de l'usage et en partie du temps. L'on a pu résoudre cette question grâce à l'analyse de régression. Cela a permis de déterminer qu'environ 45 % des dépenses

d'exploitation d'un chemin de fer ne dépendaient pas du trafic, les autres 55 % étant une fonction des tonnes-mille brutes, correspondant à l'usage du chemin de roulement, et des minutes d'aiguillage par train et par gare de triage, ce qui correspond essentiellement à l'usage du chemin de roulement dans les gares de triage.

La Direction de l'analyse économique des chemins de fer affecte environ 30 % de ses ressources humaines à des études sur les coûts unitaires et les unités de service, une bonne partie du temps étant consacrée à des études sur le terrain des mouvements réels. (Signalons, pour ceux qui ont tenu compte des proportions indiquées jusqu'ici, que les derniers 15 % des effectifs de la Direction sont affectés à la détermination et au paiement des subventions.)

4. Application, au Canada, de la méthode de détermination des prix de revient du transport ferroviaire

Dans cette partie, nous traiterons de l'application, par le gouvernement du Canada, de la méthode de détermination des prix de revient du transport ferroviaire. Nous ne prétendons pas expliquer la façon dont les sociétés ferroviaires elles-mêmes utilisent cette méthode.

a) La détermination des prix de revient aux fins de tarification

Depuis l'adoption, en 1967, de la *Loi nationale sur les transports*, le gouvernement canadien n'a pas appliqué, dans les conditions normales du commerce, de règlement officiel sur les tarifs des chemins de fer. L'article 276 de la *Loi sur les chemins de fer* stipule toutefois que ces tarifs doivent tous être compensatoires, c'est-à-dire qu'ils doivent tous dépasser les coûts variables à long terme, bien que la marge supplémentaire puisse en théorie être infiniment petite.

Il a été demandé à la Commission de faire une détermination des prix de revient pour certains tarifs jugés déloyaux, c'est-à-dire inférieurs aux coûts variables à long terme. De plus, en 1977, le gouvernement a décidé, par décret du conseil, que les tarifs s'appliquant aux produits du colza devaient être aussi bas que possible, c'est-à-dire à peine supérieurs aux coûts variables à long terme, et que la CCT devait déterminer les prix de revient pour permettre l'établissement de ces tarifs. Cela s'est aussi avéré nécessaire pour déterminer les tarifs-marchandises et le montant des subventions à verser pour le blé et la farine acheminés des ports de la baie Georgienne, sur le lac Huron, jusqu'aux points d'exportation.

Il peut aussi être demandé à la Commission, en vertu de l'article 278 de la *Loi sur les chemins de fer*, de fixer des tarifs maximaux; toutefois, il ne s'est présenté jusqu'ici qu'un seul cas du genre, et l'expéditeur a tenté de retirer sa requête avant que le tribunal n'ait terminé son audition de l'affaire. C'est donc dire que la Commission n'a guère acquis d'expérience en matière de détermination des prix de revient en vertu de cette partie de la *Loi sur les chemins de fer*.

À l'appendice B, nous donnons un exemple numérique de la façon dont un coût est établi pour le déplacement d'un bloc de trafic hypothétique, et

il s'agit là de la méthode générale adoptée pour l'estimation des coûts aux fins de tarification. Signalons que, bien que les coûts spécifiques soient utilisés dans ce cas, la méthode des unités de service multipliées par les coûts unitaires est celle qui est le plus employée pour la détermination des prix de revient aux fins de tarification.

b) Subventions à l'exploitation d'embranchements

La Commission se sert largement de méthodes de détermination des prix de revient du transport par chemin de fer pour établir le montant des subventions à verser aux sociétés ferroviaires qui doivent continuer d'exploiter, dans l'intérêt du public, des embranchements non rentables. Il s'agit en l'occurrence de calculer les recettes et les coûts liés à tout le trafic dont le point d'origine ou de destination se trouve sur l'embranchement en question. La perte correspond à la différence entre ces deux montants et elle représente le montant de la subvention que doit verser l'État. Le gros des paiements versés en vertu de ce programme ont en fait représenté une subvention aux sociétés ferroviaires pour compenser les pertes enregistrées en ce qui concerne le transport des céréales effectué en vertu de la Loi. En 1981, la dernière année complète avant que le système ne soit changé de la manière décrite ci-après, le montant total des subventions était supérieur à 260 millions de dollars.

Comme nous l'avons déjà signalé, les recettes et les coûts dont il fallait tenir compte incluaient ceux liés aux mouvements sur l'embranchement non rentable ainsi qu'aux mouvements ayant leur point d'origine ou de destination sur celui-ci, tout en étant effectués ailleurs que sur l'embranchement ou sur le reste du réseau. La détermination des prix de revient pour l'embranchement même se fait entièrement, comme nous l'avons déjà indiqué, par estimation des coûts spécifiques, mais celle pour les mouvements effectués ailleurs que sur l'embranchement doit en grande partie se faire par l'application de la même méthode que celle utilisée aux fins de tarification.

c) Paiements en vertu de la *Loi sur le transport du grain de l'Ouest*

C'est le 1er janvier 1984 qu'est entrée en vigueur la *Loi sur le transport du grain de l'Ouest*, qui prévoit l'augmentation des tarifs-marchandises pour l'acheminement du grain prévu à la Loi par rapport à l'ancienne structure tarifaire établie en 1997 et correspondant à un demi-cent le mille-tonne. Toutefois, l'expéditeur de grain n'est pas tenu d'assumer le coût intégral des acheminements de céréales, tandis que pour sa part le gouvernement doit aider les sociétés ferroviaires à assumer les frais de transport des céréales.

Au sens de la Loi, les coûts variables des chemins de fer incluent les coûts évitables pour chaque embranchement qui dépend de l'expédition de céréales, les coûts variables liés à l'acheminement des céréales dans le réseau en dehors de l'embranchement et une contribution aux coûts fixes des sociétés ferroviaires établie en fonction d'une estimation des coûts variables à long terme liés à l'acheminement des céréales une fois l'expédition sortie de l'embranchement.

La Commission canadienne des transports se voit attribuer une foule d'obligations en vertu de cette loi, qu'elle est fondamentalement chargée d'administrer, et cela inclut les paiements versés aux sociétés ferroviaires au nom de l'État, qui sont actuellement de l'ordre de 650 millions de dollars par année. À tous les quatre ans, la CCT doit aussi faire une détermination complète des prix de revient pour toutes les expéditions de céréales, en se servant de la méthode décrite, et, de temps à autre, elle doit juger du caractère approprié de la marge pour les coûts fixes que prévoit la Loi.

Chaque année, la CCT doit aussi se livrer à un exercice de prévision qui consiste à mettre à jour les coûts établis à tous les quatre ans, d'après des prévisions, afin de déterminer les conséquences de l'évolution des prix des intrants ferroviaires sur les coûts des sociétés ferroviaires ainsi que de l'évolution des coûts par tonne de marchandises résultant de changements quant au volume de céréales acheminé par les chemins de fer. Ce dernier exercice tient évidemment davantage de la prévision ou de la science astrologique que de la technique de détermination des prix de revient du transport ferroviaire!

d) Coûts des trains de voyageurs

À la fin de 1978 et au début de 1979, VIA Rail Canada a été créée pour exploiter les services voyageurs du pays. Dans une large mesure, VIA ressemble au service AMTRAK des États-Unis puisque l'une et l'autre concluent un marché de services avec les sociétés ferroviaires exploitantes. VIA est toutefois plus jeune qu'AMTRAK et alors que les services que cette dernière achète des sociétés ferroviaires exploitantes représentent environ le tiers de ses dépenses totales, ce poste, dans le cas de VIA, correspond à environ les deux tiers des charges totales. À l'instar d'AMTRAK, VIA n'est pas financièrement autonome, et la vente de billets ne sert à absorber que 30 % de ses dépenses.

AMTRAK conclut des marchés de prestation de services avec les sociétés ferroviaires exploitantes des États-Unis, et le gouvernement américain ne se préoccupe aucunement de vérifier l'exactitude des imputations. Au Canada, toutefois, les deux sociétés ferroviaires exploitantes doivent imputer des frais à VIA conformément au règlement sur le calcul des frais ferroviaires de la CCT. Chaque année, le personnel de la Commission doit effectuer une vérification des imputations faites par CN Rail et CP Rail à VIA, et en 1981 ces montants étaient de l'ordre de 400 millions de dollars.

Nous avons déjà présenté la méthode utilisée pour déterminer ces imputations. Pour l'ensemble des imputations touchant le service voyageur, il s'avère maintenant possible de déterminer 70 % de celles-ci en tant que coûts spécifiques, c'est-à-dire que seulement 30 % doivent être déterminées grâce à la méthode de multiplication des coûts unitaires/unités de service. Lorsqu'il s'agit de déterminer le prix de revient de chaque service voyageurs, par opposition à l'ensemble des services voyageurs, la proportion des coûts dont on peut faire une détermination spécifique baisse évidemment, étant donné que certains ensembles de coûts intéressent l'ensemble des services voyageurs, mais ne sont pas propres à chacun de ceux-ci.

5. Conclusion

Il ne fait guère de doute que la détermination des prix de revient du transport par chemin de fer permet de satisfaire aux exigences du gouvernement du Canada énoncées dans la législation en vigueur. Il est évidemment possible que des mesures législatives nouvelles augmentent ou diminuent le besoin d'une détermination exacte des prix de revient des chemins de fer en ce que cela touche les rapports entre le gouvernement et le secteur ferroviaire canadien. Il est toutefois peu probable que cette activité perde beaucoup de son importance pour le Canada, où les services voyageurs continueront vraisemblablement d'être assurés dans l'avenir immédiat en régime autre que d'autonomie financière, où l'État continuera sans doute de subventionner le transport du grain et où, compte tenu des antécédents, il faudra toujours savoir que, à l'extrême, les règlements assurent une certaine protection, compte tenu des coûts, contre des tarifs-marchandises excessifs.

Annexe de l'appendice A

LE SYSTÈME CANADIEN DE CALCUL DES COÛTS FERROVIAIRES

1. Introduction

Un système de calcul des coûts est rarement statique. Au fur et à mesure que des progrès sont réalisés, on recherche de nouvelles approches et de nouvelles méthodes qui, si elles mènent à des améliorations sous forme de résultats plus précis ou plus satisfaisants, sont adoptées à l'occasion d'une mise à jour ou d'une révision du système. Cela est particulièrement vrai dans le cas du système canadien qui est constamment révisé et amélioré. Notre description s'applique donc forcément à un moment précis, en l'occurence l'année 1981. Les principes **fondamentaux** du système n'ont pas changé depuis, mais les **détails**, eux, sont en constante révision.

Le système canadien de calcul des coûts du transport ferroviaire, tel que décrit dans l'ordonnance n° R-6313, repose sur deux principes fondamentaux. Le premier est qu'à des finalités différentes correspondent des coûts différents; le second, quant à lui, rappelle que l'objectif de l'analyse des prix de revient est d'établir le lien entre une dépense et sa cause. Cela conduit au concept des coûts évitables et des coûts variables.

Coûts évitables

Les coûts évitables (spécifiques et variables) sont les coûts à considérer lors de l'examen des demandes d'abandon d'embranchements ferroviaires et de services de train de voyageurs et de l'évaluation des pertes de ces services, conformément aux dispositions de la *Loi sur les chemins de fer*. Les articles 1(c) et 1(e) de l'ordonnance n° R-6313 en donnent les définitions suivantes :

> " 'les frais' relatifs à un embranchement désignent les frais qui, aux fins du calcul de perte réelle, allocation faite d'une période raisonnable d'ajustement à la nouvelle situation, auraient été évités ou seraient évités par une compagnie qui n'aurait pas maintenu et exploité l'embranchement au cours de toute année financière et qui n'aurait pas encouru les frais variables pour le mouvement du trafic partant de la ligne ou y aboutissant sans se préoccuper de savoir quand, comment ou par qui ces frais ont été encourus."
>
> " 'les frais' relatifs à un service de train de voyageurs désignent les frais qui, aux fins du calcul de perte réelle, allocation faite d'une période raisonnable d'ajustement à la nouvelle situation, auraient été évités ou seraient évités lors du transport de voyageurs par ce service, par une compagnie qui n'aurait pas exploité le service au cours de toute année financière sans se

préoccuper de savoir quand, comment ou par qui ces frais ont été encourus."

Coûts variables

Les coûts variables sont le fondement des clauses de l'expéditeur captif et de la réglementation des taux minima et maxima, aux termes de la *Loi sur les chemins de fer*. Dans les Motifs de l'ordonnance n° R-6313, la Commission a adopté la définition suivante :

> "Le coût variable peut être défini comme étant le coût marginal à long terme de la production, soit le coût d'un changement permanent et quantitativement petit dans le débit continu de la production lorsque le coût de toutes les ressources investies est ajusté de façon optimale au changement."

Ce qui est important dans le concept des coûts variables, c'est qu'il reflète le principe de la causalité, et permet donc le calcul des coûts qui, de façon directe ou indirecte, sont liés à la production d'unités de travail.

Les coûts variables étant calculés, quand on les soustrait des coûts totaux, on obtient un reste qu'on assimile souvent au coût fixe. Une telle terminologie peut prêter à confusion, en laissant croire que ces coûts sont fixes pour tous les niveaux de production et que ce sont donc ceux qu'on aurait à un niveau de production nul.

L'ordonnance sur les coûts prescrit une répartition des dépenses entre main-d'oeuvre, matériaux et autres, quand une ligne ou un service voyageurs non rentables font l'objet d'une demande d'abandon ou de subvention. Dans le cas des embranchements, il faut faire la différence entre les coûts de la ligne et les coûts hors-ligne. Bien sûr, cette distinction n'apparaît pas dans la Classification uniforme des comptes (CUC) qui, elle, ne s'intéresse qu'aux dépenses totales. L'ordonnance impose en outre que ces coûts soient répartis entre les quatre catégories suivantes :

> "4. (a) 'Frais de la catégorie I', ce sont toutes les dépenses que l'on peut directement rattacher à l'embranchement ou au service de train de voyageurs, d'après les dossiers de la compagnie.
>
> (b) 'Frais de la catégorie II', ce sont les dépenses de transport et d'entretien qui seraient évitées si la ligne était abandonnée ou le service supprimé et qui sont partagées avec d'autres trafics ou avec d'autres services, y compris les frais hors-ligne du trafic partant de l'embranchement ou y aboutissant.
>
> (c) 'Frais de la catégorie III', ce sont toutes les autres dépenses qui seraient évitées si l'embranchement était abandonné ou le service de

train de voyageurs supprimé et qui ne sont pas incluses dans les catégories I et II, y compris, le cas échéant:

(i) les dépenses de surintendance,
(ii) les dépenses de trafic,
(iii) les dépenses générales,
(iv) les dépenses de communication,
(v) les dépenses de fret non payant.

(d) 'Frais de la catégorie IV', c'est le coût du capital [...]."

Pour donner une liste complète, on pourrait ajouter une cinquième catégorie de dépenses considérées comme fixes, et qu'on n'inclut donc pas dans la détermination des coûts.

On s'y prend de façon différente pour l'examen des taux ou la détermination du coût de mouvements particuliers (non subventionnés). On fait aussi la distinction entre main-d'oeuvre, matériaux et autres frais, mais les (quatre) catégories de coûts ne sont pas clairement définies. Dans le cas de l'examen des taux, on obtient les coûts totaux en déterminant le nombre d'unités de travail nécessaires pour accomplir un mouvement particulier et en le multipliant par les coûts standards unitaires. Ces coûts unitaires sont calculés chaque année d'après des méthodes exposées dans les manuels de détermination des coûts des différentes compagnies ferroviaires.

2. Coûts spécifiques

Des deux types de coûts établis dans le cadre du système actuel, les coûts spécifiques se distinguent par le fait qu'on peut les relier directement au mouvement ou au service à l'étude grâce à la comptabilité interne des compagnies ferroviaires. Il s'agit de dépenses qui varient en fonction du trafic et qui sont évitables en cas d'abandon d'une ligne ou de suppression d'un service. De façon générale, des études spéciales, qui sont mises à jour régulièrement, permettent de déterminer ces coûts.

Les principales études de coûts spécifiques qui ont été examinées et acceptées par la Commission canadienne des transports portaient notamment sur ce qui suit :

- main-d'oeuvre des gares et autres dépenses connexes,
- main-d'oeuvre des équipes des trains,
- main-d'oeuvre à bord des voitures-lits, voitures-restaurant-bar et autres dépenses connexes,
- main-d'oeuvre du service voyageurs et autres dépenses connexes,
- coûts des installations communes,
- entretien des machines,
- impôts fonciers.

Les demandes d'abandon, de suppression de services, de subvention, etc. présentées à la Commission canadienne des transports doivent s'appuyer sur des coûts spécifiques chaque fois que cela est possible. Par exemple, la main-d'oeuvre est l'un des éléments les plus significatifs des coûts spécifiques. Dans cette catégorie, chaque poste de travail affecté au service ou au mouvement faisant l'objet de la demande est analysé, défini et évalué en fonction de critères établis grâce à une étude spéciale. Par la suite, ces coûts sont imputés par affectation directe au mouvement, au service ou à l'embranchement à l'étude.

3. Coûts unitaires

Le deuxième type de coûts établi dans le cadre du système en vigueur est le coût par unité de production ou coût unitaire. On cherche dans ce cas à déterminer les relations de cause à effet entre la mesure du travail (milles-tonnes brutes, milles-wagons, etc.) et les dépenses liées à ce travail. À cette fin, on fait généralement appel à diverses techniques statistiques, comme l'analyse directe ou l'analyse de régression simple ou multiple.

Normalisation

Bien qu'en comptabilité, les dépenses soient inscrites sur une base annuelle, les coûts calculés reflètent la moyenne des dépenses d'une période pouvant aller jusqu'à cinq ans, cette durée dépendant du type de dépenses en cause. On considère qu'il est nécessaire d'utiliser des moyennes de dépenses et de production comme variables dépendantes et indépendantes dans l'analyse des coûts parce que l'incidence d'un coût dans une année précise (par exemple, l'usure de la voie et du matériel provoquée par le trafic ou les services à l'étude) ne se traduit pas nécessairement par une dépense correspondante dans la même année (dépenses d'entretien de la voie, dans ce cas). Souvent, les dépenses ne sont faites que plus tard. Pour lisser les fluctuations qui découleraient d'un calcul des coûts fondé sur les données d'un seul exercice, on se sert de la moyenne des dépenses et de la production de plusieurs années. C'est ce qu'on appelle la normalisation. La définition des périodes de calcul des moyennes est bien sûr importante, tout comme l'est l'utilisation d'indices de prix fiables pour éliminer les effets des changements de prix sur la mesure des dépenses annuelles.

Méthodes de calcul

Même si, dans le cadre de la détermination des coûts, quelques comptes de charges de la CUC sont traités à part, on analyse la plupart des charges par groupes de comptes ou d'éléments de comptes appelés "ensembles de coûts". Ainsi, Canadien Pacifique établit un coût de triage par mille-manoeuvres en se servant d'un certain nombre de comptes CUC formant l'ensemble "Dépenses des gares de triage".

Après avoir regroupé les dépenses, on doit associer des unités de production à chaque ensemble de coûts. Le plus gros de ce travail a été fait à l'époque de l'Enquête sur les coûts de 1967-1969 et dans les études spéciales qui ont suivi. On fait généralement appel à deux types d'unités de production pour établir des coûts unitaires. On associe la plupart des

dépenses d'exploitation et d'entretien à des unités de travail physique, tandis que la plupart des dépenses d'administration et de surveillance et des frais généraux sont associés à d'autres groupes de dépenses. Par exemple, l'entretien des wagons de marchandises est fonction des variables physiques jours-wagons et milles-wagons, tandis que les frais d'entretien des ateliers et des dépôts de locomotives (où se fait l'entretien du matériel roulant) sont fonction des dépenses totales d'entretien du matériel (locomotives, wagons de marchandises, matériel de service et autre matériel). C'est ce qu'on appelle l'établissement d'une pyramide des coûts, procédé qui consiste ordinairement à imputer les coûts considérés comme indirects ou généraux proportionnellement aux coûts directs.

En général, le choix des mesures de production à associer à chaque ensemble de coûts se base sur une connaissance générale des liens de causalité qui existent dans le domaine des opérations ferroviaires. Il arrive aussi que des mesures de production soient retenues par suite d'études techniques spéciales qui permettent de déterminer diverses variables, parmi lesquelles on choisit les plus avantageuses par des moyens statistiques.

La technique analytique qu'on retient pour étudier un ensemble de coûts particulier dépend de la nature des dépenses en cause, de l'objectif visé par l'analyse et de la disponibilité des données comptables et d'exploitation. On a le choix entre trois méthodes de base :

(i) l'affectation directe,
(ii) l'analyse directe et
(iii) l'analyse de régression.

(i) Affectation directe

On utilise l'affectation directe des coûts quand il est possible de savoir quel élément particulier du trafic ferroviaire est à l'origine d'un coût. On utilise aussi cette méthode quand on peut établir directement le lien entre des coûts et de grands ensembles de services comme l'exploitation du service voyageurs ou d'un embranchement. On s'en sert, par exemple, pour établir le coût du capital et l'amortissement de la voie dans le cadre du calcul des subventions à verser à l'égard d'un embranchement. En général, l'affectation directe permet de déterminer des coûts spécifiques.

(ii) Analyse directe

On se sert de l'analyse directe quand on s'attend à ce que les dépenses varient en fonction directe d'une seule mesure de production. Les dépenses totales (par exemple, la consommation de carburant des gares de triage) sont alors divisées par la valeur totale de la variable explicative (les milles-manoeuvres dans les gares de triage, dans cet exemple emprunté à CP) pour donner un coût unitaire. Il n'est pas nécessaire, pour utiliser cette méthode, que les dépenses soient intégralement fonction de la production. Ainsi, CN établit par analyse directe un coût unitaire fondé sur 87 % de ses dépenses de communications, les 13 % restants étant considérés comme des coûts fixes. L'analyse directe est représentée mathématiquement par l'équation suivante :

$$a\Sigma C \div b\Sigma X, ou\ b = \frac{a\Sigma C}{\Sigma X}$$

a étant la proportion des dépenses totales ΣC qui varie en fonction de la production totale ΣX, et b étant le coût unitaire.

(iii) Analyse de régression

On fait appel à l'analyse de régression quand on considère que les dépenses varient en partie en fonction du trafic, mais dans une proportion inconnue, ou que les dépenses sont fonction de deux ou plusieurs mesures de production indépendantes. Il s'agit d'une méthode statistique qui permet de calculer les paramètres de l'équation

$$\Sigma C_i = a + b_1 \Sigma X_{1i} + b_2 \Sigma X_{2i}$$

où C_i représente les dépenses observées dans la région i et X_{1i} et X_{2i} sont les mesures de production observées dans cette même région. On considère que le paramètre a représente la portion non variable des dépenses tandis que les paramètres b_1 et b_2 représentent les coûts unitaires correspondant aux variables de production.

On examine un certain nombre de modèles statistiques susceptibles de représenter la fonction de coût à l'étude, le choix se portant sur ceux qui donnent le meilleur ajustement. Les résultats des tests statistiques effectués ne permettent pas, seuls, d'accepter ou de rejeter des fonctions de coûts; en effet, un degré de corrélation élevé n'implique pas nécessairement une relation suffisante de cause à effet. Aussi utilise-t-on deux autres tests. Le "test du bon sens" évalue les variables indépendantes à partir de l'expérience antérieure et de la connaissance de l'exploitation ferroviaire et du comportement probable des coûts. Si, d'après ce test, les relations sont jugées logiques et que les résultats des tests statistiques soient bons, la fonction de coût est retenue par la CCT. Cela n'empêche pas, si les résultats des tests statistiques ne sont pas concluants mais que les relations semblent logiques, que la fonction de coût soit quand même retenue, étant entendu que c'est le mieux qu'on puisse faire dans le cadre du système existant. Dans le second test, on se sert du modèle de coût choisi pour calculer les dépenses (déjà connues) des différentes divisions, ce qui permet de déterminer la précision relative du modèle.

4. Détermination des coûts du service marchandises

Ayant présenté un aperçu général du système canadien de calcul des coûts, nous donnons ci-dessous un bref résumé des méthodes employées dans le cas de diverses catégories de dépenses.

L'étude des coûts qui suit, présentée sous les grands titres de trains, wagons, ligne, commercialisation, autres dépenses des gares et administration générale, est essentiellement tirée des manuels de

détermination des coûts de Canadien National et de Canadien Pacifique. La catégorisation est quelque peu arbitraire, surtout dans le cas de postes tels que les communications (incluses ici sous "autres dépenses des gares") ainsi que le triage et les autres dépenses de triage qui sont répartis, à titre de postes secondaires, entre plusieurs catégories de coûts.

a) Trains

La méthode de calcul des coûts prescrite dans l'ordonnance n° R-6313 n'établit que des distinctions partielles entre les divers types de trains et les divers parcours. On calcule une combinaison de coûts unitaires moyens pour l'ensemble du réseau et de coûts spécifiques liés à certains services. Les différences entre les types de trains et de parcours ne sont reflétées dans le calcul qu'en autant que les divers mouvements font appel à un nombre variable d'unités de travail (minutes de manoeuvres, milles-trains, milles-tonnes brutes, milles-locomotives, etc.). Les manuels de détermination des coûts des compagnies ferroviaires décomposent les coûts des trains de la façon suivante :

(i) Entretien des locomotives - On calcule un coût par mille-locomotive, selon la puissance des locomotives.

(ii) Équipes des trains - On calcule un coût moyen par parcours, à partir des rapports de voyages.

(iii) Carburant - Le carburant des trains est imputé en fonction du coût par gallon, tandis que le carburant des gares de triage est imputé en fonction des minutes de manoeuvres en gare de triage.

(iv) Certaines dépenses de surveillance des transports et autres frais semblables - En se servant en partie de l'analyse de régression, on calcule des coûts unitaires par mille-train et par mille-manoeuvres ou par dollar de frais de transport. D'autres coûts unitaires de cette catégorie sont établis par analyse directe en fonction des milles-voie, des wagonnées, etc.

(v) Entretien des ateliers et des dépôts de locomotives - On calcule un coût unitaire par dollar de l'ensemble des dépenses d'entretien du matériel.

(vi) Entretien des postes d'alimentation en carburant - On calcule un coût unitaire par dollar de carburant.

(vii) Locomotives (coût du capital et amortissement) - On calcule un coût par mille-locomotive (et par catégorie de puissance).

(viii) Ateliers et dépôts de locomotives (coût du capital et amortissement) - On calcule un coût par dollar de l'ensemble des dépenses d'entretien du matériel.

(ix) Postes d'alimentation en carburant (coût du capital et amortissement) - On calcule un coût par dollar de carburant.

Certains autres coûts des trains (surtout ceux des mouvements de transfert) sont déterminés en fonction d'un coût unitaire par mille-manoeuvres.

b) Wagons

Dans le cadre de révisions récentes, les dépenses majeures d'entretien et les immobilisations relatives aux wagons sont inscrites pour 17 types différents de wagons, ce qui permet de déterminer les coûts correspondant à chacun de ces types.

Les dépenses d'entretien et de réparation des wagons de marchandises sont réparties par activité, et parfois par type de wagon, chaque catégorie étant déterminée séparément de la façon suivante :

(i) Réparations aux ateliers principaux - Les dépenses sont réparties, selon des pourcentages établis pour l'ensemble du réseau, en fractions dépendant du temps et de la distance. Ces fractions sont ensuite divisées respectivement par les jours-wagons et les milles-wagons pour donner des coûts unitaires applicables à un certain nombre de types de wagons.

(ii) Réparations en cours de route - Les dépenses sont réparties en fonction de la distance parcourue.

(iii) Nettoyage - Les dépenses sont réparties en fonction des wagonnées pour un certain nombre de types de wagons à Canadien National et en fonction des milles-wagons à Canadien Pacifique.

(iv) Wagons frigorifiques - On calcule un coût unitaire en divisant les dépenses par les milles-wagons.

(v) Installations des ateliers - On calcule un coût unitaire par dollar de l'ensemble des dépenses d'entretien.

(vi) Panneaux de retenue pour le transport des grains - Des études spéciales ont permis de déterminer un coût moyen par chargement de wagon couvert, les coûts étant considérés variables à 100 %.

(vii) Coût du capital des wagons de marchandises - Le calcul de ce coût se fonde sur une méthode semblable à celle des réparations dans les ateliers principaux, sauf que la répartition entre les fractions dépendant du temps et de la distance se fait dans des proportions différentes.

c) Coûts de ligne

Comme dans le cas des trains et des wagons, le système réglementaire de calcul des coûts des voies et infrastructures est conçu pour produire des coûts moyens à l'échelle du réseau. Il n'y a cependant presque aucune décomposition, sauf dans le cas des embranchements subventionnés. Même dans le cas de certaines sections de voie où les conditions géographiques et géotechniques imposent un entretien intensif, on n'applique que les coûts moyens (par mille-tonne de trafic). Dans le système en vigueur, les coûts relatifs à la ligne sont déterminés selon les catégories suivantes :

(i) Entretien de la voie - On calcule un coût unitaire par mille-tonne brute et par mille-manoeuvres en se servant de l'analyse de régression*. Les dépenses d'entretien des voies de la ligne et des gares de triage sont regroupées et les milles-voie correspondants servent à rajuster les termes constants de la régression.

(ii) Surveillance de l'entretien de la voie et autres frais - On calcule un coût unitaire par dollar dépensé en entretien de la voie.

(iii) Entretien du matériel de service - On calcule un coût unitaire par dollar dépensé en entretien de la voie. (Certains autres frais généraux d'entretien du matériel sont répartis en fonction d'un coût par dollar dépensé en entretien du matériel.)

(iv) Entretien et exploitation des signaux - On calcule un coût unitaire par mille-train et par mille-manoeuvres (CN) ou par heure-train et par mille-manoeuvres (CP), en regroupant le système moderne de contrôle centralisé de la circulation et l'ancien système de cantonnement automatique et d'ordre de marche employé sur les lignes à faible densité de trafic.

---

* Exception faite de divers redressements comptables liés aux vacances, à l'administration, etc.

(v) Coût du capital et amortissement - On calcule un coût unitaire pour la voie, le matériel de service et les signaux, de la même façon que pour les comptes d'entretien correspondants.

d) Dépenses de commercialisation

Le calcul des coûts de commercialisation se fonde en général sur des moyennes établies à l'échelle du réseau pour différents genres de trafic. Les deux principaux groupes de comptes sont les suivants :

(i) Ventes, trafic-marchandises - Les dépenses sont réparties en fonction d'un certain nombre de catégories de trafic (à part le grain, CN en a 39 et CP, 5). La proportion variable est fixée à 55,2 %. On calcule des coûts unitaires pour chaque catégorie de trafic en divisant les coûts par les milles-tonnes nettes ou les milles-tonnes payants.

(ii) Pertes et dommages, marchandises - Les coûts sont établis par analyse directe en fonction des wagonnées (CP) ou du tonnage net (CN) pour un certain nombre de catégories de trafic.

e) Autres dépenses des gares de passage, de triage et terminus

Ce groupe comprend des dépenses des gares terminus et des dépenses d'ordre général des services de soutien. Certaines dépenses des gares de triage sont également comprises, tandis que d'autres (par exemple, les dépenses d'entretien de la voie des gares de triage et des gares terminus) sont rattachées aux coûts de ligne. Le système de communication du rail est un exemple de service général de soutien dont les frais sont associés à toutes les autres dépenses ferroviaires. Certains coûts de cet ensemble peuvent être directement rattachés à des unités de travail physique, les autres dépendant d'autres ensembles de coûts (structure pyramidale). Les principaux ensembles de coûts dans cette catégorie sont les suivants :

(i) Employés et dépenses des gares - Les dépenses sont réparties entre coûts fixes et coûts variables (en fonction des wagonnées) au moyen d'une régression linéaire multiple fondée sur les wagonnées. La partie des dépenses des gares attribuable aux voyageurs est imputée par affectation directe.

(ii) Entretien des gares et des immeubles administratifs - On calcule des coûts unitaires au moyen d'une analyse de régression fondée sur les dépenses totales des gares.

(iii) Amortissement et coût du capital des gares - On procède comme dans le cas de l'entretien des gares.

(iv) Carburant des locomotives de manoeuvre - On calcule un coût par mille-locomotive, par analyse directe.

(v) Frais généraux des gares de triage (cheminots, chefs de gares de triage, fournitures des gares de triage, etc.) - Les coûts sont calculés en partie par analyse directe et en partie par analyse de régression. Dans les deux cas, on prend comme variable indépendante les milles-manoeuvres (ou les minutes de manoeuvres). À noter que CN et CP se servent de groupements différents des dépenses dans les diverses catégories de dépenses des gares de triage.

(vi) Entretien et exploitation des silos, des quais, etc. - Les coûts sont imputés par affectation directe quand le trafic nécessite l'utilisation de ces installations. Les coûts du capital correspondants sont également imputés par affectation directe d'après l'utilisation.

(vii) Entretien et exploitation des navires - Quand un mouvement particulier fait appel à ces services, on en détermine les coûts d'après les livres de la compagnie.

(viii) Frais de communications - On considère que 13 % de ces frais sont fixes. La partie variable est imputée par analyse directe sous forme d'un coût par dollar de diverses autres dépenses. On procède de la même façon pour calculer les coûts en capital correspondants.

f) Administration générale

Les dépenses administratives sont réparties à l'échelle du réseau en fonction de divers autres groupes de dépenses. Toutefois, quelques-unes sont rattachées à des unités de travail physique. L'administration générale compte quatre principales catégories :

(i) Les dépenses administratives sont traitées de la même façon par les deux chemins de fer de classe I. CP, après soustraction des dépenses qui peuvent être imputées par affectation directe, répartit 87 % du reste en fonction d'un coût unitaire par dollar de l'ensemble des dépenses du réseau figurant dans un certain nombre de comptes d'exploitation.

(ii) Les frais d'assurance font l'objet de traitements différents à CN et à CP. CN décompose ces frais en plusieurs catégories pour les répartir parmi les

variables indépendantes appropriées par analyse directe. Par exemple, l'assurance-responsabilité est imputée en fonction des dépenses de main-d'oeuvre, tandis que l'assurance-dommages du matériel roulant l'est en fonction des milles-wagons. CP calcule un coût d'assurance par dollar de dépenses totales, selon la proportion des réclamations, pour chacun d'un certain nombre de comptes d'exploitation et d'entretien.

(iii) Les frais de pensions, une fois divisés par le coût total de la main-d'oeuvre, permettent d'établir un coût par dollar de main-d'oeuvre directe.

(iv) Les autres impôts ferroviaires (autres que sur le revenu) sont répartis entre trois sous-groupes : impôts sur la paie, taxes de ventes et impôts fonciers. Les impôts sur la paie (contributions de la compagnie à l'assurance-chômage et aux Régimes de pensions du Canada et des rentes du Québec) sont reliés, par affectation directe, aux dépenses totales de main-d'oeuvre, ce qui donne un coût par dollar de main-d'oeuvre. Les taxes de ventes sont associées de la même manière aux dépenses totales de matériaux, sauf en ce qui concerne la taxe sur le carburant. CP inclut cette dernière dans le coût du carburant, tandis que CN établit un coût unitaire distinct. Les impôts fonciers sont répartis d'après le rapport entre le montant des impôts et celui de l'investissement brut figurant dans chaque compte de biens. On applique ensuite ces ratios d'impôts aux coefficients d'investissement déjà calculés dans chaque compte d'investissement. Ainsi, les impôts fonciers sont reliés aux mêmes unités de production que les coûts en capital. Dans le cas des embranchements, on procède à l'affectation directe des impôts chaque fois que cela est possible.

5. Détermination des coûts du service voyageurs

Depuis 1977, un nouveau chemin de fer de classe I, VIA Rail, assure le transport interurbain des voyageurs dont se chargeaient auparavant CN et CP. VIA obtient de ces derniers la grande majorité de ses services, y compris la traction et l'entretien du matériel, à des prix fondés sur les coûts de ces services. C'est pour cette raison qu'il a fallu rajuster le système de calcul des coûts ferroviaires afin de distinguer les dépenses de CN et de CP reliées à VIA. Cela a imposé certains écarts par rapport aux méthodes de calcul des coûts du service marchandises, que nous venons d'exposer, bien que les principes de base demeurent les mêmes. Nous donnons ci-dessous une description du système de détermination des coûts du service voyageurs actuellement en vigueur au Canada. Certaines dépenses sont communes aux deux services et font donc l'objet de calculs communs, tandis

que d'autres, qui ne concernent que le service voyageurs, font l'objet de calculs distincts.

a) Postes communs aux services voyageurs et marchandises

(i) Entretien de la voie - Comme ci-dessus. Les statistiques des voyageurs et des marchandises (milles-tonnes brutes, manoeuvres des trains et en gare de triage, milles-voie) servent conjointement comme variables indépendantes dans une analyse de régression.

(ii) Coût du capital et amortissement de la voie - Comme pour l'entretien de la voie.

(iii) Gares et immeubles administratifs : entretien, amortissement et coût du capital - Les dépenses sont reliées aux salaires des employés travaillant dans les gares et les immeubles administratifs par analyse de régression (employés de CN ou de CP plus employés de VIA). Les dépenses spécifiques sont imputées par affectation directe (voir ci-dessous).

(iv) Postes d'alimentation en eau et en carburant : entretien, amortissement et coût du capital - Les dépenses sont reliées par analyse de régression à la quantité totale de carburant consommée dans les gares de triage et en cours de route.

(v) Ateliers et dépôts de locomotives : entretien, amortissement et coût du capital - Les dépenses sont reliées par analyse de régression aux dépenses d'entretien du matériel.

(vi) Communications : exploitation, amortissement et coût du capital - Les dépenses sont reliées par analyse directe aux dépenses totales d'exploitation, en prenant pour hypothèse que ce poste est variable à 87 %.

(vii) Signaux : entretien, exploitation, amortissement et coût du capital - Les dépenses sont reliées par analyse de régression aux heures-trains ou aux milles-trains ainsi qu'aux milles-manoeuvres des trains et aux milles-manoeuvres dans les gares de triage.

(viii) Systèmes et machines des centrales électriques : entretien, amortissement et coût du capital - Les dépenses sont reliées par analyse de régression aux dépenses d'entretien du matériel dans une

gare ainsi qu'aux employés de la gare (y compris ceux de VIA).

(ix) Locomotives diesel (appartenant à CN ou à CP) : entretien, amortissement, coût du capital, réparations - Les dépenses sont reliées par analyse de régression aux milles-locomotive du réseau par catégorie; des coûts d'entretien et de propriété sont facturés à VIA quand de la force motrice supplémentaire est fournie.

(x) Voitures de passagers et wagons de marchandises (appartenant à CN ou à CP) - Les dépenses sont reliées par analyse directe aux milles et imputées à VIA lorsque les voitures ou wagons sont requis. Les voitures de voyageurs qui restent encore à CN ou à CP servent essentiellement sur les lignes de banlieue.

(xi) Matériel de service - Les dépenses sont reliées par analyse directe aux dépenses totales d'entretien de la voie.

(xii) Machines des ateliers - Les dépenses sont reliées par analyse de régression aux dépenses totales d'entretien du matériel.

(xiii) Surveillance - Les dépenses sont réparties par catégorie fonctionnelle (par exemple, entretien de la voie). À CP, les coûts sont reliés par analyse de régression aux dépenses de la catégorie en cause. À CN, les frais de surveillance sont généralement soit répartis par activité soit imputés à l'administration générale.

(xiv) Chefs et commis des gares de triage - Les dépenses sont reliées par analyse de régression aux milles-manoeuvres dans les gares de triage.

(xv) Dépenses des gares de triage - Les dépenses sont reliées par analyse de régression aux milles-manoeuvres dans les gares de triage ou aux milles-wagons.

(xvi) Carburant et énergie des gares de triage - Les dépenses sont reliées par analyse de régression aux milles-manoeuvres dans les gares de triage.

(xvii) Fournitures et dépenses relatives aux trains, locomotives et autres - Les dépenses sont reliées par analyse de régression aux milles appropriés.

(xviii) Comptes de frais généraux - Les dépenses sont reliées aux dépenses totales du réseau (à l'exclusion de certaines charges telles que l'amortissement), en prenant pour hypothèse que 87 % de ce poste sont variables.

(xix) Pensions et autres avantages sociaux - Les dépenses sont imputées aux dépenses de main-d'oeuvre du réseau sur une base proportionnelle.

(xx) Impôts fonciers - Reliés aux investissements directs par compte de biens, puis, selon les coefficients d'investissement, aux statistiques réelles de production.

b) Postes distincts du service voyageurs

(i) Voitures de voyageurs : entretien, nettoyage, fournitures - Les dépenses sont imputées par affectation directe à partir de comptes ou de sous-comptes spécifiques. Les frais généraux sont reliés par analyse de régression et analyse directe à l'ensemble de l'entretien effectué.

(ii) Locomotives : entretien et fournitures - Comme pour les voitures de voyageurs.

(iii) Carburant - Imputation par affectation directe et analyse directe des sous-comptes spécifiques.

(iv) Salaires des équipes des trains - Reliés par affectation directe et analyse directe aux voyages effectués.

(v) Salaires des employés des gares - Les coûts sont établis d'après des études spéciales ainsi que par affectation directe et analyse directe.

(vi) Salaires de trafic - Reliés par affectation directe et analyse directe, s'il y a lieu, à un service de train de voyageurs. Les dépenses de matériaux sont réparties au prorata, sous forme d'une fraction des dépenses de main-d'oeuvre.

(vii) Salaires de déneigement - Comme pour les salaires de trafic.

(viii) Dépenses des voitures-lits et des voitures-restaurant - Imputation par affectation directe à partir de comptes spécifiques.

(ix) Dommages matériel et blessures - Imputation par affectation directe à partir de sous-comptes spécifiques.

(x) Installations pour les voyageurs : entretien, amortissement et coût du capital - Les dépenses sont imputées par affectation directe lorsqu'elles peuvent être directement établies, par exemple, l'utilisation d'une partie précise du bâtiment d'une gare. Autrement, elles sont reliées aux salaires des employés (voir ci-dessus).

(xi) Impôts sur les installations pour les voyageurs - Déterminés d'après des études spéciales et reliés par affectation directe et analyse directe à l'utilisation réelle des installations.

(xii) Fournitures des trains - Affectation directe des sous-comptes spécifiques.

(xiii) Locations de matériel - Les dépenses sont reliées par affectation directe à la distance parcourue et au temps d'utilisation.

Appendice B

EXEMPLE NUMÉRIQUE

Afin d'assurer une meilleure compréhension des procédés de détermination des coûts ferroviaires, nous donnons dans cet appendice un exemple numérique de calcul du coût d'un bloc de trafic hypothétique. Nous nous servons ici du système canadien décrit à l'annexe de l'appendice A, qui permet d'établir les coûts évitables à long terme.

Le trafic hypothétique dont le coût doit être déterminé est une wagonnée de viande congelée, expédiée du point A situé dans les Prairies canadiennes au point D, sur la côte ouest du Canada (région du Pacifique), en passant par les points B et C. Les distances en cause sont : AB 110 milles, BC 120 milles et CD 130 milles. Ces distances tiennent compte du parcours réel. L'expédition est faite dans un wagon frigorifique de 40 tonnes de tare. Le poids du chargement est de 80 tonnes.

L'analyse est faite en trois étapes. Dans la première, on procède aux rajustements nécessaires pour tenir compte des retours à vide. Dans la seconde, on calcule les unités de travail nécessaires pour l'expédition. Dans la troisième, enfin, on multiplie les unités de travail par les coûts unitaires correspondants, on ajoute les coûts spécifiques, s'il y a lieu, et on établit le coût total en additionnant tous ces éléments.

1. Retours à vide

La première étape consiste à inclure les retours à vide causés par l'expédition du chargement. Les données chronologiques sur l'utilisation des wagons frigorifiques révèlent un taux de retour à vide (TRV) de 27* entre A et B, de 68 entre B et C et de 81 entre C et D. Pour calculer le nombre de tonnes de mouvement causé par l'expédition du chargement, il faut donc ajouter à la tare du wagon le taux de retour à vide afin de tenir compte du mouvement à vide qui se produit en moyenne :

Mouvement	Tonnes-tare		TRV		Tare totale		Poids du chargement		Poids total
A à B	40	x	1,27	=	50,8	+	80	=	130,8
B à C	40	x	1,68	=	67,2	+	80	=	147,2
C à D	40	x	1,81	=	72,4	+	80	=	152,4

---

* Un taux de retour à vide de 27 entre A et B signifie que sur 100 wagons chargés faisant le trajet entre A et B, 27 en moyenne reviennent vides de B à A. Cela est ordinairement dû à un déséquilibre du trafic utilisant ce type de wagon.

Par conséquent, le chargement en question impose de déplacer 130,8 tonnes entre A et B, 147,2 tonnes entre B et C et 152,4 tonnes entre C et D, compte tenu des retours à vide.

2. Unités de travail

L'étape suivante consiste à mesurer les processus intermédiaires (transport, manoeuvres, etc.) nécessaires pour expédier le chargement en question. Cela impose d'établir neuf types d'unités de travail (ou unités de service) pour l'ensemble du mouvement de A à B.

a) Milliers de milles-tonnes brutes (MMTB)

Il s'agit là simplement du poids total du chargement multiplié par la distance :

Mouvement	Poids total		Distance en milles		MMTB
A à B	130,8	x	110 ÷	1 000	14,388
B à C	147,2	x	120 ÷	1 000	17,664
C à D	152,4	x	130 ÷	1 000	19,812
			Nombre total de MMTB		51,864 ou 52

b) Milles-wagons (MW)

Il s'agit de la distance parcourue multipliée par le nombre de wagons nécessaires à l'expédition du chargement (dans le cas présent, un wagon rajusté en fonction des retours à vide) :

Mouvement	Milles en charge		TRV	Milles-wagons
A à B	110	x	1,27	139,7
B à C	120	x	1,68	201,6
C à D	130	x	1,81	235,3
			Nombre total de MW	576,6 ou 577

c) Jours-wagons (JW)

Les jours-wagons sont calculés d'après les données des systèmes de repérage des wagons. Dans le cas présent, voici les chiffres applicables au wagons en cause :

	Jours
Chargement du wagon	2
Mouvement en charge	1
Mouvement à vide	1
Déchargement du wagon	2
Temps d'attente	3
Nombre total de JW	9

d) Milles-locomotives diesel

L'expédition nécessite de la force motrice. Plus le train est pesant, plus il faut de locomotives diesel pour le tirer. De plus, la force motrice nécessaire dépend des pentes, des courbes, etc. Par exemple, il faut plus de force motrice pour franchir les Rocheuses que pour traverser les Prairies. Enfin, on se sert habituellement de plusieurs locomotives diesel de puissances différentes (mesurées en HP).

Les données chronologiques disponibles révèlent qu'entre A et B, le déplacement d'une tonne nécessite en moyenne 0,0000809 locomotive d'une puissance maximale de 1 400 HP, 0,0000590 locomotive d'une puissance de 1 500 à 2 000 HP, 0,0000500 locomotive de 2 100 à 3 000 HP et 0,0000454 locomotive de plus de 3 000 HP.

Entre B et C, le déplacement d'une tonne nécessite en moyenne 0,0000583 locomotive de 1 500 à 2 000 HP, 0,0000520 locomotive de 2 100 à 3 000 HP et 0,0000437 locomotive de plus de 3 000 HP.

Entre C et D, le déplacement d'une tonne nécessite en moyenne 0,0000550 locomotive de 1 500 à 2 000 HP, 0,0000484 locomotive de 2 100 à 3 000 HP et 0,0000407 locomotive de plus de 3 000 HP.

Avec ces chiffres, nous pouvons maintenant calculer le nombre moyen de milles-locomotives diesel, par type de locomotive, nécessaires pour expédier le chargement en cause :

Type de locomotive	Mouvement	Locomotive par tonne		Tonnes		Milles		Milles-locomotives diesel	
1 400 et moins	A à B	0,0000809	x	130,8	x	110	=	1,164	ou 1
1 500 - 2 000	A à B	0,0000590	x	130,8	x	110	=	0,849	
	B à C	0,0000583	x	147,2	x	120	=	1,030	
	C à D	0,0000550	x	152,4	x	130	=	1,090	
								2,969	ou 3
2 100 - 3 000	A à B	0,0000500	x	130,8	x	110	=	0,719	
	B à C	0,0000520	x	147,2	x	120	=	0,919	
	C à D	0,0000484	x	152,4	x	130	=	0,959	
								2,597	ou 3
Plus de 3 000	A à B	0,0000454	x	130,8	x	110	=	0,652	
	B à C	0,0000437	x	147,2	x	120	=	0,772	
	C à D	0,0000407	x	152,4	x	130	=	0,806	
								2,231	ou 2

Par conséquent, l'expédition du chargement nécessite 1 mille-locomotive d'au plus 1 400 HP, 3 milles-locomotives de 1 500 à 2 000 HP, 3 milles-locomotives de 2 100 à 3 000 HP et 2 milles-locomotives de plus de 3 000 HP.

e) Heures-trains (HT)

Dans le calcul des coûts évitables à long terme, il faut imputer une partie du mouvement des trains entre A et D au chargement à l'étude : s'il y avait moins de trafic, moins de trains seraient nécessaires pour le transporter. Les données chronologiques révèlent que pour déplacer une tonne entre A et B, on a besoin de 0,00351 heure-train, entre B et C 0,00670 heure-train et entre C et D 0,00745 heure-train. Par conséquent, le nombre total d'heures-trains nécessaires est calculé de la façon suivante :

Mouvement	Heure-train/tonne		Tonnes	Heures-trains
A à B	0,00351	x	130,8	0,459
B à C	0,00670	x	147,2	0,986
C à D	0,00745	x	152,4	1,135
			Nombre total d'heures-trains	2,580 ou 3

f) Milles-trains (MT)

On calcule les milles-trains nécessaires pour les mêmes raisons et de la même façon que dans le cas des heures-trains. On suppose que le train a un fourgon de queue : les milles-fourgons de queue égalent donc les milles-trains. On fait le calcul suivant en se servant des données chronologiques :

Mouvement	Mille-train/tonne		Tonnes	Milles-trains
A à B	0,00310	x	130,8	0,405
B à C	0,00595	x	147,2	0,876
C à D	0,00685	x	152,4	1,044
	Nombre total de milles-trains			2,325 ou 2

g) Salaires des équipes

Les salaires des équipes sont calculés à titre de coûts spécifiques applicables à un mouvement entre deux points. Dans le calcul des coûts évitables à long terme, on impute une part des salaires des équipes au trafic causal. Les raisons et la méthode sont les mêmes que pour les heures-trains expliquées plus haut. Le calcul est le suivant :

Mouvement	Salaires des équipes/tonne ($)		Tonnes	Salaires des équipes ($)
A à B	0,08843	x	130,8	11,57
B à C	0,09560	x	147,2	14,07
C à D	0,09360	x	152,4	14,26
		Salaires des équipes		39,90 ou 40

h) Gallons de carburant

Les gallons de carburant consommés sont exprimés, pour chaque mouvement, sous forme d'une moyenne par tonne, établie d'après les données chronologiques. À cause des différences de prix, ces moyennes sont différentes selon qu'il s'agit de mouvements dans la Prairies (entre A et B) ou dans la région du Pacifique (entre B et C puis entre C et D). Comme à l'ordinaire, la méthode de calcul est la suivante :

Région	Mouvement	Gallons de carburant/tonne		Tonnes		Gallons de carburant	
Prairies	A à B	0,06175	x	130,8	=	8,077	ou 8
Pacifique	B à C	0,06525	x	147,2	=	9,605	
	C à D	0,07625	x	152,4	=	11,620	
						21,225	ou 21

Par conséquent, l'expédition du chargement en question entraîne la consommation de 8 gallons de carburant dans la région des Prairies et de 21 gallons de carburant dans la région du Pacifique.

i) Minutes de manoeuvres des trains (MMT) et en gare de triage (MMGT)

Les manoeuvres en gare de triage se produisent aux gares A et D où il y a en outre quelques manoeuvres industrielles sur les embranchements appartenant aux clients (expéditeurs ou destinataires). Les manoeuvres des trains se produisent aux points intermédiaires B et C.

	Minutes de manoeuvres en gare de triage
A - Gare	20
Manoeuvres industrielles	50
D - Gare	30
Manoeuvres industrielles	30
Nombre total de minutes de manoeuvres en gare de triage	130

	Minutes de manoeuvres des trains
B	5
C	10
Nombre total de minutes de manoeuvres des trains	15

j) Résumé

En résumé, les unités de service suivantes sont nécessaires pour expédier une wagonnée de viande congelée du point A au point D. Ces unités servent de "variables indépendantes" dans le processus de calcul des coûts.

Variable nº	Variable	Quantité nécessaire
1	Milliers de milles-tonnes brutes	52
2	Milles-wagons, wagons couverts	577
3	Milles-wagons, wagons couverts isolés	577
4	Jours-wagons, wagons couverts isolés	9
5	Milles-locomotives diesel, 1 000-1 400 HP	1
6	Milles-locomotives diesel, 1 500-2 000 HP	3
7	Milles-locomotives diesel, 2 100-3 000 HP	3
8	Milles-locomotives diesel, plus de 3 000 HP	2
9	Milles-locomotives diesel (tous types)	9
10	Heures-trains	3
11	Milles-trains	2
12	Milles-fourgons de queue	2
13	Gallons de carburant, région des Prairies	8
14	Gallons de carburant, région du Pacifique	21
15	Minutes de manoeuvres en gare de triage	130
16	Minutes de manoeuvres des trains	15
17	Wagonnées au départ	1
18	Wagonnées à destination	1

3. Calcul des coûts

Dans la troisième et dernière étape, on multiplie les coûts unitaires (calculés séparément) par les unités de service obtenues afin d'en arriver au coût correspondant aux processus intermédiaires. Le calcul détaillé figure dans le tableau suivant. Il révèle que le chargement à l'étude a un coût évitable à long terme de 541 $. Nous rappelons au lecteur qu'il s'agit là d'un mouvement hypothétique ayant pour seul but d'illustrer le mode de calcul des coûts. Les coûts unitaires figurant dans le tableau ont été légèrement modifiés afin d'en préserver la confidentialité. Ils ne sont là qu'à titre d'exemples.

	Description des coûts	Compte	Unités de service Variables indépendantes	Valeur	Coûts unitaires Main-d'oeuvre	Autres	Coûts Main-d'oeuvre	Autres	Coût total ($)
1	Entretien – Diesel de manoeuvre	311A	Minutes de manoeuvres – Gares de triage	130	0,07192	0,04967	9	6	15
2	Entretien – Diesel de transport	311A	Milles-locomotives 10-14	1	0,64282	0,43967	1	0	1
3	Entretien – Diesel de transport	311A	Milles-locomotives 15-19	3	0,54204	0,51658	2	2	4
4	Entretien – Diesel de transport	311A	Milles-locomotives 20-29	3	0,36311	0,43517	1	1	2
5	Entretien – Diesel de transport	311A	Milles-locomotives 30 et plus	2	0,26048	0,30521	1	1	2
6	Entretien – Diesel de transport	311A	Minutes de manoeuvres – Trains	15	0,06429	0,04397	1	1	2
10	Entretien – Matériel de service	326	Total 14-27	25	0,03050	0,01801	1	0	1
11	Employés et dépenses des gares	373-376	Wagonnées – Départ	1	7,70292	2,40608	8	2	10
12	Employés et dépenses des gares	373-376	Wagonnées – Destination	1	7,70292	2,40608	8	2	10
15	Entretien – Voies	202 CX	1 000 MTB	52	0,17373	0,06340	9	3	12
20	Entretien – Voies	202 CX	Minutes de manoeuvres – Gares de triage	130	0,06880	0,02357	9	3	12
21	Entretien – Voies	202 CX	Minutes de manoeuvres – Trains	15	0,06880	0,02357	1	0	1
29	Chefs et commis – Gares de triage	377	Minutes de manoeuvres – Gares de triage	130	0,18256	0,0	24	0	24
30	Dépenses des gares de triage	378 CX	Minutes de manoeuvres – Gares de triage	130	0,62085	0,02972	81	4	85
31	Salaires des équipes des trains	392-401	Spéc – Salaires des équipes	0	0,0	0,0	40	0	40
34	Carburant – Trains de marchandises	394	Gallons – Prairies	8	0,00481	0,42792	0	3	3
35	Carburant – Trains de marchandises	394	Gallons – Pacifique	21	0,00484	0,43121	0	9	9
37	Carburant – Locomotives de manoeuvre	382	Minutes de manoeuvres – Gares de triage	130	0,00311	0,06029	0	8	8
40	Fournitures, dépenses des trains	398-400	Milles-locomotives (total)	9	0,16363	0,08539	1	1	2
44	Nettoyage – Wagons couverts et wagons frig	402	Milles-wagons – Wagons couverts et wagon frig	577	0,00175	0,00147	1	1	2
46	Graissage et inspection - Wagon de march	402	Milles-wagons – Wagons couverts isolés	577	0,00723	0,00186	4	1	5
61	Pertes et dommages – Marchandises	418	Voir sommaire	0	0,0	0,0	0	10	10
62	Entretien – Signaux, contr des trains	249 CX	Heures-trains	3	10,17786	1,89750	31	6	37
63	Entretien – Signaux, contr des trains	249 CX	Minutes de manoeuvres – Gares de triage	130	0,07499	0,02216	10	3	13
64	Entretien – Signaux, contr des trains	249 CX	Minutes de manoeuvres – Trains	15	0,07499	0,02216	1	0	1
65	Entretien – Gares et immeubles administratifs	227	Total 11-12	20	0,03471	0,02296	1	0	1
70	Entretien – Machines, ateliers, centrale électrique	302	Total 1-12	47	0,02485	0,01219	1	1	2
71	Surveillance – Entretien des voies	201 CX	Total 14-28, 65-69	26	0,13388	0,06710	3	2	5
72	Surveillance – Entretien du matériel	301 CX	Total 1-10	27	0,04189	0,04433	1	1	2
73	Surveillance – Transport	371 CX	Total 11-13, 26-61	208	0,04949	0,04976	10	10	20
74	Administration générale	451 CX	Total 1-73	341	0,02985	0,01487	10	5	15
75	Communications	247, 407	Total 1-73	341	0,00152	0,00828	1	3	4
76	Commercialisation – Marchandises	351 CX	Spec – Commercialisation marchandises	0	0,0	0,0	10	7	17
78	Pensions de la compagnie	457	Total 1-76 (main-d'oeuvre)	281	0,16529	0,0	46	0	46
79	RPC et assurance-chômage	468	Total 1-76 (main-d'oeuvre)	281	0,02925	0,0	8	0	8
80	Taxes de ventes	468	Total 1-60, 62-76	86	0,0	0,03236	0	3	3
82	Impôts fonciers – Voies	468 2,5 CX	1 000 MTB	52	0,0	0,05028	0	3	3
87	Impôts fonciers – Voies	468 2,5 CX	Minutes de manoeuvres – Gares de triage	130	0,0	0,02243	0	3	3
98	Impôts fonciers – Signaux	468 27	Heures-trains	3	0,0	0,50583	0	2	2
120	Manque à gagner – Trafic non payant 1-60, 62-74A	Autres	122-139, 141-144 D	94	0,02018	0,01529	2	1	3
122	Amortissement, coût du capital - Voies	266 2,5 CX	MTB	52	0,07267	0,24005	4	12	16
127	Amort , coût du cap – Voies	266 2,5 CX	Minutes de manoeuvres – Gares de triage	130	0,06257	0,10702	8	14	22
128	Amort , coût du cap – Voies	266 2,5 CX	Minutes de manoeuvres – Trains	15	0,06257	0,20702	1	2	3
133	Amort , coût du cap – Signaux	266 27	Heures-trains	3	1,10925	1,83530	3	6	9
134	Amort , coût du cap – Signaux	266 27	Minutes de manoeuvres – Gares de triage	130	0,00654	0,01082	1	1	2
136	Amort , coût du cap – Gares et immeubles admin	266 16,16,5	Total 11-12	20	0,03393	0,10706	1	2	3
139	Amort , coût du cap – Ateliers et dépôts de locom	266 20	Total 1-10	27	0,00675	0,01921	0	1	1
147	Amort , coût du cap – Locomotives de manoeuvre	331 52	Minutes de manoeuvres – Gares de triage	130	0,02708	0,00848	4	1	5
149	Amort , coût du cap – Locomotives de transport	331 52	Milles-locomotives 15-19	3	0,23885	0,27616	1	1	2
150	Amort , coût du cap – Locomotives de transport	331 52	Milles-locomotives 20-29	3	0,18081	0,20905	1	1	2
157	Amort , coût du cap – Wagons couverts isolés	331 53	Milles-wagons – Wagons couverts isolés	577	0,00343	0,00552	2	3	5
178	Amort , coût du cap – Wagons couverts isolés	331 53	Jours-wagons – Wagons couverts isolés	9	1,12910	1,82144	10	16	26
			Total						**541 $**

Appendice C

LE COÛT DU CAPITAL

1. Valeur historique et valeur courante

Les opérations ferroviaires nécessitent d'importants investissements en biens à longue durée utile : voie et chemin de roulement, matériel roulant, gares terminus et gares de triage, etc. Comme nous l'avons mentionné au chapitre 2, de tels biens d'équipement correspondent à un flux de services pendant une période donnée. Leurs coûts sont donc des coûts conjoints qui servent à engendrer une production et à assurer le trafic pendant différentes périodes de temps. L'un des principaux problèmes du calcul des coûts ferroviaires est justement de répartir le coût des biens d'équipement sur différents exercices.

On peut, pour résoudre le problème, considérer que les biens d'équipement sont financés par un prêt (caisse d'amortissement) accordé au chemin de fer. Ainsi, les frais de capital doivent permettre d'une part de recouvrer le montant de l'investissement et, de l'autre, d'obtenir un rendement annuel sur ce montant. Le recouvrement de l'investissement, qu'on appelle amortissement, est réparti sur la durée utile du bien, en fonction soit du temps (par exemple, jours-wagons, années-wagons), soit de l'utilisation (par exemple, milles-wagons), soit encore d'une combinaison des deux. L'amortissement linéaire permet d'affecter des coûts d'amortissement égaux à toutes les périodes (ou à toutes les unités d'utilisation), tandis que l'amortissement accéléré (sur le solde décroissant) permet d'affecter des coûts d'amortissement plus importants dans les premières périodes que dans les suivantes. On se sert également d'autres formes d'amortissement afin de refléter davantage les changements de valeur des biens en question. Dans tous les cas, cependant, les tables d'amortissement sont conçues pour recevoir un nombre total de dollars égal au déboursé initial moins la valeur résiduelle (valeur de récupération).

En sus du **recouvrement** de l'investissement, les frais de capital comprennent le **rendement** de l'investissement. Si l'on n'avait pas investi dans l'achat d'un bien d'équipement, on aurait pu faire un autre investissement. Par conséquent, le bien ferroviaire a un coût d'opportunité égal au rendement de l'investissement le plus avantageux qu'on n'a pas fait. Dans une économie comportant des marchés financiers, les taux de rendement d'investissements présentant un risque équivalent tendent à être égaux. On peut donc mesurer le rendement de l'investissement : 1) en observant les taux de rendement du marché financier correspondant au même genre d'investissement, et 2) en appliquant ce taux à l'investissement net ou valeur comptable nette du bien, c'est-à-dire au déboursé initial moins l'amortissement accumulé. Cette méthode donne un rendement semblable à celui d'une émission d'obligations qui serait progressivement remboursée. C'est ainsi qu'on mesure le coût d'opportunité.

(Si l'économie en cause n'a pas de marchés financiers bien développés, il faut trouver d'autres moyens d'imputation d'un taux de rendement de l'investissement. Dans une situation idéale, de tels prix "fantômes" du capital reflètent d'autres possibilités de production. Dans les économies à planification centrale, les taux de rendement de divers investissements pourraient découler des décisions gouvernementales relatives à l'affectation des capitaux.)

La méthode que nous venons d'exposer produit ordinairement des frais de capital qui, pour un bien donné, diminuent avec le temps : cela est dû au fait que la valeur comptable nette et, par conséquent, le rendement de l'investissement, diminuent. Pourtant, l'utilité d'un bien convenablement entretenu demeure souvent constante pendant toute sa durée utile. Dans ce cas, des frais de capital décroissants ne refléteraient pas adéquatement son utilisation. Ce problème ne se pose pas vraiment si un chemin de fer a beaucoup de biens d'un type donné qui doivent être remplacés d'une manière plus ou moins uniforme : quand un bien est au début de sa durée utile, un autre est près de la fin de cette durée, ce qui tend à uniformiser les frais de capital exprimés en termes réels. Par ailleurs, d'importants investissements qui ne se reproduisent pas souvent, comme la construction d'un tunnel, ne peuvent pas être répartis uniformément et entraînent une certaine distorsion.

Pour éliminer ce problème, on peut recourir à une autre méthode qui combine recouvrement et rendement de l'investissement dans un flux unique de frais de capital s'étendant sur toute la durée utile du bien. Tant que la valeur actuelle nette de ces frais, après déduction d'un rendement calculé à un taux approprié, est égale au déboursé initial, leur répartition dans le temps peut être choisie de façon à refléter l'utilité du bien. En particulier, dans le cas d'un bien dont l'utilité est constante pendant sa durée utile, on peut établir des frais de capital égaux (en termes réels) pour chaque période d'activité. Ainsi, ces frais pourraient augmenter si on s'attend à une augmentation du prix du bien. Cette méthode présente des analogies avec le traitement d'un prêt "hypothécaire" qui serait remboursé par versements égaux (en termes réels). Elle revient à recouvrer l'investissement initial, compte tenu de l'inflation et d'un taux d'intérêt approprié. Comme dans la méthode précédente, les frais de capital reflètent le coût d'opportunité, la principale différence entre les deux méthodes résidant dans la répartition des frais dans le temps.

Dans les deux méthodes dont nous venons de parler, on considère les immobilisations comme des prêts, les frais de capital étant conçus pour correspondre à l'investissement initial. On suppose donc implicitement que la décision d'investissement est indépendante de toute considération de gain ou de perte en capital découlant de changements du prix du bien avec le temps. Pourtant, implicitement, de tels gains ou pertes profitent ou imposent un fardeau au chemin de fer et, par voie de conséquence, à ses usagers. Les investisseurs (particuliers, gouvernement, etc.) sont isolés de tels gains et pertes (en fonction du système comptable, sinon de la "qualité" des revenus).

Dans une autre méthode, on assimile les immobilisations à du capital-actions plutôt qu'à une dette, ce qui permet d'imputer aux

investisseurs les gains et les pertes de capital. Dans ce cas, les frais de capital pour chaque période d'activité sont fondés sur la **valeur courante** des biens plutôt que sur leur valeur initiale rajustée en fonction de l'inflation ou d'autres facteurs. Les biens sont donc réévalués au cours de chaque période et les frais de capital correspondants tiennent compte des gains et des pertes en capital découlant des changements de prix des biens, ainsi que de l'intérêt qu'aurait rapporté un investissement différent. Il y a lieu de signaler que cette méthode de **comptabilisation des coûts courants** comporte plusieurs variantes : en effet, les biens peuvent être réévalués à leur valeur de reproduction (avec la même technologie) ou à leur valeur de remplacement (la technologie la plus moderne, avec la même capacité de production); on peut se servir des valeurs d'entrée (prix d'achat d'un nouveau bien) ou des valeurs de sortie (produit de la vente d'un bien existant); on peut estimer les valeurs de sortie en fonction du prix de vente en temps normal (vente qui peut prendre un certain temps) ou du prix réalisable dans l'immédiat en cas de liquidation (qui peut comporter un rabais important destiné à intéresser des acheteurs immédiatement); on peut enfin traiter de diverses façons les actifs et les passifs monétaires. Toutes ces méthodes fondées sur la valeur courante des biens d'équipement reflètent directement le coût d'opportunité de ces biens pour leurs propriétaires qui prennent la décision de les acheter ou de les vendre. Les méthodes précédentes, par contre, ne reflètent que le coût d'opportunité des actifs monétaires dont on s'est servi pour financer l'achat des biens en question.

Les systèmes existants de calcul des coûts ferroviaires diffèrent par leur traitement des frais de capital. Dans tous les cas, on cherche dans la mesure du possible à établir des relations de cause à effet entre les biens et leur utilisation. L'évaluation de ces biens et, par conséquent, les frais de capital à imputer, peuvent différer comme nous l'avons indiqué plus haut. Il ne faut pas perdre de vue que la comptabilité des compagnies ferroviaires ne sert pas qu'au calcul des coûts. Souvent, le système de calcul des coûts doit être conçu en fonction d'une comptabilité qui existe depuis un certain temps déjà, qu'elle soit basée sur la valeur historique, la valeur initiale rajustée ou la valeur courante des biens.

2. Taux de rendement

Il est généralement admis que le taux de rendement d'un investissement, qui correspond au coût d'opportunité d'autres investissements non réalisés, est une question de jugement fondée sur la perception qu'ont les investisseurs d'événements futurs. Pour l'évaluation des biens, par contre, il existe ordinairement des principes comptables généralement reconnus qui permettent un calcul assez précis quand il s'agit de valeurs historiques ou de valeurs comptables nettes, mais laissent une certaine latitude dans le cas des valeurs courantes.

Le choix d'un taux de rendement dépend de la méthode adoptée pour l'évaluation des biens. Si l'on se sert de valeurs historiques, la valeur monétaire des biens étant maintenue constante (à part l'amortissement), le taux choisi doit refléter le rendement d'autres actifs à valeur monétaire fixe, comme les obligations. Ce rendement tient ordinairement compte de l'inflation prévue (ou de changements généraux dans le niveau des prix), du

risque de non-remboursement ou, plus généralement, de la variabilité des gains futurs, des chances de perte ou de gain en capital dus à un changement du niveau des taux d'intérêt et d'un rendement réel reflétant la valeur de l'argent en fonction du temps (c'est-à-dire la préférence que les gens ont de consommer tout de suite plutôt que plus tard). On peut supposer qu'à un moment donné, les niveaux anticipés d'inflation, de changements des taux d'intérêt et de rendement réel de l'investissement sont indépendants de la décision d'investir. Par conséquent, les autres investissements possibles ne se distinguent que par leur degré de risque. Il faut donc prendre soin, lorsqu'on évalue le taux de rendement de l'investissement, de choisir, pour fins de comparaison, d'autres investissements (par exemple des obligations) présentant un risque équivalent.

Si l'évaluation est faite en fonction du niveau général des prix, c'est-à-dire en fonction du coût initial indexé sur le changement général du niveau des prix, les éléments du taux de rendement sont les mêmes que ci-dessus, sauf qu'on n'a plus à inclure l'inflation prévue, celle-ci étant déjà reflétée dans le changement de valeur des biens. Il y aurait en effet double compte si l'inflation était incluse à la fois dans le taux de rendement et dans la valeur des biens. La méthode de l'évaluation des biens en fonction du niveau général des prix, avec l'utilisation correspondante de taux de rendement "réels" (indépendants de l'inflation), produit des résultats largement semblables à ceux de la méthode de la valeur historique basée sur l'utilisation de taux de rendement "nominaux" (comprenant l'inflation). La principale différence, c'est que dans le premier cas, les investisseurs reçoivent une compensation *ex post* pour l'inflation, par rajustement périodique de la valeur des biens, tandis que, dans le second, ils reçoivent une compensation *ex ante*, grâce à un taux de rendement tenant compte de l'inflation prévue. Dans le second cas, les investisseurs assument donc le risque d'une inflation imprévue.

Si les biens sont évalués à la valeur courante ou à la valeur de remplacement, le taux de rendement tient compte du risque dû à la variabilité des revenus, des gains et des pertes découlant de différences entre les variations du prix des biens et celles du niveau général des prix (gains et pertes en "capital") et du rendement réel de l'investissement. Dans ce cas, il faudrait choisir, pour fins de comparaison, d'autres investissements reflétant la possession de biens matériels plutôt que d'actifs monétaires, par exemple des actions ordinaires de risque équivalent. Cette méthode diffère des deux autres en ce que les pertes et les gains en capital sont assumés par les investisseurs, tandis que les conséquences d'une inflation imprévue sont transmises aux usagers du chemin de fer.

Quelle que soit la méthode choisie, le taux de rendement reflète les anticipations des investisseurs quant aux gains futurs et aux changements de prix et de taux d'intérêt. Malheureusement, de telles anticipations ne sont pas d'ordinaire directement observables. On pourrait bien sûr demander à un groupe représentatif de personnes quelles sont leurs anticipations, mais cela est en pratique difficile et on y a rarement recours. Il est plus courant de procéder à des extrapolations basées sur les données chronologiques, soit prises telles quelles, soit rajustées en fonction d'autres renseignements (généralement non quantifiables). Le processus est, par conséquent, très subjectif.

Un autre problème important consiste à déterminer le risque de l'investissement en question pour qu'il soit possible de faire des comparaisons avec d'autres utilisations possibles du capital. Le degré de risque est ordinairement mesuré par la variabilité des gains. Là aussi, on se base souvent sur la variabilité historique pour obtenir une approximation de la variabilité future. La détermination du risque est encore plus difficile si l'on tient compte du point de vue selon lequel on ne peut évaluer un investissement sans le considérer comme partie d'un portefeuille diversifié d'investissements. Si l'on adopte cette approche, certaines fluctuations sont "lissées" par le calcul de la moyenne de nombreux investissements et le risque d'un investissement particulier n'est fonction que de la part de sa variabilité qui ne peut être éliminée grâce à la diversification des placements. Cela donne lieu à des mesures de risque qui sont fonction de la covariance du rendement d'un investissement par rapport à celui d'autres investissements et, en particulier, le rendement d'un "ensemble" représentatif de tous les investissements possibles.

3. Impôts

Dans la plupart des pays, les sociétés privées sont assujetties à l'impôt sur le revenu, à l'impôt foncier et à d'autres charges fiscales, tandis que les sociétés d'État en sont souvent exemptées. Les experts ne s'accordent pas sur le traitement de ces frais, surtout l'impôt sur le revenu.

Certains croient qu'on ne devrait tenir compte, dans le calcul des coûts, que des impôts effectivement acquittés : les impôts reportés ou dont on a été exempté ne peuvent compter puisqu'il n'existe pas de coûts traduisant une relation de cause à effet. D'autres, par contre, soutiennent que les coûts doivent refléter le taux d'imposition prévu par la loi, que l'impôt soit effectivement payé ou non. Ainsi, si certains impôts sont reportés (grâce, par exemple, à une généreuse déduction pour amortissement), il faudrait quand même les inclure à titre de coûts d'affaires. Les tenants de ce point de vue estiment, en effet, qu'on ne devrait pas permettre à un traitement fiscal qui varie d'une entreprise et d'une industrie à une autre de déformer l'application du concept sous-jacent de la productivité sociale des investissements et de faire varier la compensation versée en contrepartie de l'utilisation de ressources. Il existe également des points de vue intermédiaires qui préconisent, par exemple, d'inclure les impôts reportés dans les coûts, tout en les considérant simultanément comme un prêt sans intérêt accordé par l'État au chemin de fer. Dans un tel cas, le taux de rendement correspondant est légèrement inférieur, en proportion du rapport entre l'ensemble des impôts reportés et l'investissement total.

Appendice D

LES INDICES DE PRIX

1. Applications des indices de prix dans le calcul des coûts ferroviaires

Les indices de prix ont trois principales applications dans le calcul des coûts ferroviaires : (i) "lissage" ou "normalisation" des dépenses grâce à la combinaison des données de plusieurs années (ordinairement, par l'utilisation de moyennes mobiles simples sur trois ou cinq ans); (ii) estimation de coûts futurs pour fins de planification et d'établissement de budgets; et (iii) contrôle des dépenses.

Les dépenses ferroviaires, telles qu'inscrites dans la comptabilité, accusent des fluctuations et ne représentent pas nécessairement les coûts encourus dans une année donnée. Ce problème est particulièrement grave dans les comptes d'entretien, puisque les travaux d'entretien peuvent être reportés de plusieurs années ou accuser soudainement des augmentations considérables à l'occasion d'importants projets non périodiques. Pour faire mieux correspondre les dépenses au trafic ou aux opérations qui en sont la cause, on établit ordinairement des moyennes des dépenses sur trois ou cinq ans. Cette opération de lissage s'appelle "normalisation".

La normalisation pose un problème : le niveau des prix ainsi que le prix de certains intrants varient avec le temps. Par conséquent, le calcul d'une simple moyenne des dépenses, inscrites en dollars courants, est illogique. Il faut plutôt exprimer les dépenses en dollars constants, reflétant les prix dans l'année pour laquelle les coûts sont calculés. Pour transformer les dollars courants en dollars constants, on doit établir et tenir à jour des indices de prix appropriés.

Les indices de prix servent également à établir les coûts futurs des services ferroviaires, coûts dont on a besoin pour prendre des décisions dans le cadre de la planification et de l'établissement des budgets. Comme ces deux activités se font en dollars courants, il est nécessaire de rajuster les coûts pour tenir compte des changements de prix prévus. C'est le cas, par exemple, quand il faut négocier des contrats à long terme pour la prestation de services à d'importants expéditeurs ou à des organismes publics. Ces contrats stipulent souvent des frais annuels qui doivent être calculés de façon à refléter le coût des services à fournir. De même, les fonds nécessaires pour financer des investissements futurs doivent parfois être exprimés en dollars courants, sous forme de besoins sur les marchés financiers.

Le contrôle des dépenses est une troisième application des indices de prix. En exprimant les dépenses futures et passées en dollars constants, on peut examiner la tendance du coût d'une unité de travail. De telles tendances constituent en elles-mêmes des indicateurs utiles et peuvent, en outre, servir de base à d'autres analyses.

2. Niveau de détail

L'indice de prix applicable à une catégorie donnée de dépenses devrait refléter à la fois les changements de prix des intrants compris dans la catégorie et les changements dans les proportions relatives de ces intrants. Ainsi, s'il s'agit de dépenses de main-d'oeuvre, l'indice de prix doit tenir compte et des changements du taux de salaire de chaque type de main-d'oeuvre employé et des changements dans la composition de cette main-d'oeuvre. Et si la composition de la main-d'oeuvre varie d'un compte à un autre, chacun doit faire l'objet d'un indice différent.

En pratique, il est trop difficile d'établir un indice distinct pour chaque compte. On regroupe plutôt les comptes dont on croit qu'ils réagissent de la même façon aux changements de prix et on établit un indice commun pour le groupe. Comme les comptes sont en général catégorisés en fonction de caractéristiques "normales", il est courant d'établir un indice de prix pour chaque groupe partageant de telles caractéristiques. On établit ordinairement des indices distincts pour la main-d'oeuvre, les matériaux et les biens d'équipement. Dans chaque cas, on détermine les éléments constitutifs et leurs proportions relatives (classes de main-d'oeuvre, par exemple) et on pondère le prix de chaque élément en fonction de sa quantité. Puis on mesure les variations des prix et des quantités avec le temps et on construit un indice en appliquant les méthodes que nous décrivons au paragraphe suivant.

Il est également courant d'établir des indices plus précis. Par exemple, la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada se sert des indices de prix suivants pour la main-d'oeuvre :

Entretien de la voie
Entretien de la voie, à l'exclusion des vacances
Entretien du matériel
Salaires des équipes
Transport, à l'exclusion des salaires des équipes
Frais généraux
Total, à l'exclusion des équipes
Total

L'indice de chacun des groupes ci-dessus est établi de la façon suivante : "On détermine un taux moyen par heure de service payée en divisant la rémunération totale par les heures de service travaillées. Le taux moyen par heure de service payée de la dernière année est alors divisé par le taux moyen par heure de service travaillée de chacune des années précédentes pour aboutir aux prix requis de la main-d'oeuvre. On compare ensuite le taux ainsi établi aux taux des années précédentes pour obtenir les indices de prix de la main-d'oeuvre." (*Manuel des coûts de CN*, juin 1982, page 58.)

En ce qui concerne les matériaux, la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada calcule des indices pour chacune des catégories de dépenses suivantes :

Entretien de la voie
Matériel de transport de marchandises

Matériel de traction
Transport, à l'exclusion du carburant
Carburant
Frais généraux
Total, à l'exclusion du carburant

Chacun des indices ci-dessus est basé sur un échantillon d'articles choisis en fonction d'une analyse des livraisons des magasins selon la valeur. L'échantillon comprend les articles les plus importants, pour lesquels on établit des coefficients de pondération d'après la valeur relative des livraisons des magasins dans une année donnée (1977, à l'heure actuelle).

Dans le cas des biens d'équipement, il faut tenir compte à la fois de l'âge et du type des biens compris dans l'indice. Un compte de biens type comprend des biens corporels mis en service à différents moments, ce dont il faut tenir compte quand on calcule des prix en dollars constants. De plus, la composition des biens selon l'âge varie à mesure que certains biens sont aliénés.

L'indice de prix ainsi calculé pour chaque catégorie "normale" est appliqué aux comptes de la catégorie. Dans les systèmes comptables comprenant des comptes pouvant se classer dans plus d'une catégorie normale, on calcule, pour ces comptes, des indices de prix composites qui permettent de normaliser les dépenses. De même, on peut établir des indices pour les coûts spécifiques et les coûts unitaires, afin de refléter les variations de prix des comptes de charges correspondants.

Pour calculer des coûts futurs, il est nécessaire de faire des prévisions quant à l'évolution des indices de prix. De telles prévisions doivent tenir compte, avec le plus de précision possible, des conditions susceptibles d'influer sur les opérations ferroviaires. Par exemple, s'il existe des conventions collectives portant sur plusieurs années, il faut s'en servir pour calculer les changements de taux de salaires. On peut alors déterminer l'incidence de ces indices sur les coûts spécifiques et unitaires et en déduire les coûts futurs d'un mouvement ou d'un groupe de mouvements particuliers.

3. Types d'indices de prix

Un indice de prix représente la somme de nombreux prix individuels pour un ensemble de biens ou de facteurs de production. D'ordinaire, on pondère d'une façon ou d'une autre le prix de chaque élément en fonction de sa quantité. Les indices ayant ainsi le caractère de "résumés", il n'y a pas d'indice "exact" : toute une gamme d'indices conviennent plus ou moins selon la nature du résumé voulu. Il existe une foule d'écrits théoriques sur l'opportunité d'utiliser un indice de prix particulier pour une situation donnée. L'on a aussi établi des indices de prix qui constituent des approximations raisonnables dans la plupart des circonstances. Ces indices de prix "superlatifs", comme ceux de Tornquist et Fisher, exigent de mesurer chaque année des quantités de composantes. Par contre, un indice plus grossier, comme celui de Laspeyres, n'exige de mesurer des quantités de composantes qu'une fois, au cours d'une année de base donnée; cela réduit évidemment le volume de travail nécessaire pour tenir l'indice à jour. Comme

solution de compromis, l'on peut opter pour un indice "en chaîne", qui suppose de changer les coefficients de pondération, établis en fonction de quantité de composantes, seulement à toutes les quelques années.

Appendice E

LA PERSPECTIVE ÉCONOMÉTRIQUE DE LA DÉTERMINATION DES PRIX DE REVIENT DU TRANSPORT PAR CHEMIN DE FER

1. La détermination économétrique des prix de revient du transport par chemin de fer

Les techniques de détermination des prix de revient décrites dans le présent document correspondent aux systèmes qu'utilisent en fait les sociétés ferroviaires, les administrations publiques et d'autres parties qui s'intéressent au secteur des transports. Elles traduisent une optique que l'on appelle souvent celle de la détermination statistique des prix de revient. Il existe toutefois une perspective différente de la détermination des prix de revient du transport ferroviaire, qui prédomine dans la littérature universitaire, et spécialement dans les périodiques d'érudition destinés aux économistes. Cet ensemble de techniques s'inspire largement de la théorie économique pour établir les contraintes a priori qui s'exercent sur les relations de prix de revient. Ces contraintes touchent le choix des variables pertinentes, le degré de globalisation des données et les formes fonctionnelles des relations à estimer. Pour plus de commodité, nous appellerons cela la perspective économétrique de la détermination des prix de revient du transport ferroviaire.

Dans la perspective économétrique, l'on commence par postuler l'existence d'une fonction de production qui fait le lien entre les divers produits* du chemin de fer et les divers intrants utilisés, par exemple la main-d'oeuvre, le carburant, les matériaux, les immobilisations. L'on suppose en outre que la fonction de production est continue et qu'elle a des dérivés continus. Dans la pratique, cette hypothèse exige que les divers intrants soient homogènes, c'est-à-dire que tous les genres d'immobilisations soient interchangeables, et que chaque type d'intrant puisse facilement se substituer à un autre, par exemple que la main-d'oeuvre puisse se substituer aux immobilisations, le carburant aux matériaux, et ainsi de suite. D'autres caractéristiques peuvent aussi être imposées à la fonction de production, par exemple l'homogénéité linéaire.

L'on suppose aussi, dans la perspective économétrique, que la société ferroviaire a pour objectif principal de maximiser les bénéfices, qu'elle n'exerce aucune influence sur les prix qui lui sont demandés pour les divers intrants (main-d'oeuvre, carburant, etc.) et que l'information est parfaite et qu'il n'existe aucune incertitude quant à l'avenir. De ces hypothèses et de la fonction de production spécifiée, l'on peut déduire une fonction de coûts : une relation entre les coûts totaux d'une part et les niveaux des produits et des prix des divers intrants d'autre part. Lorsque

---

* Dans cette discussion de la perspective économétrique, produit s'entend du produit final, par ex. les milles-tonne, et non pas des unités de travail intermédiaires, telles les heures-train ou les milles-train.

l'on déduit la fonction de coûts, il est coutume, mais non pas nécessaire, de supposer que le prix des produits échappe à la volonté de la société ferroviaire, soit parce qu'il est très réglementé, soit parce qu'il est établi dans des marchés parfaitement concurrentiels.

Cette dernière hypothèse s'impose si, comme le font les auteurs des études les plus récentes, l'analyste utilise la théorie de la dualité pour estimer la fonction de coûts. Selon la théorie de la dualité, dans la mesure où toutes les hypothèses précédentes sont valables, l'on peut trouver des demandes dérivées pour les divers intrants qu'utilisent la société ferroviaire. Ces demandes dérivées correspondent aux relations entre les quantités des divers intrants dont a besoin la société ferroviaire, d'une part, et les niveaux des produits et des prix des divers intrants, d'autre part. En outre, toujours d'après la théorie de la dualité, les formes et les paramètres fonctionnels de ces demandes dérivées sont liés à l'ensemble de la fonction des coûts; pour certaines spécifications fonctionnelles, notamment, certains des paramètres des fonctions de la demande dérivée doivent être identiques à ceux de la fonction des coûts. L'on a coutume d'estimer la fonction des coûts et les diverses fonctions de demandes dérivées simultanément, en considérant comme égaux les paramètres appropriés. Cela a pour résultat d'accroître le corpus d'observations beaucoup plus que le nombre de paramètres à estimer; l'on espère que cette méthode permette d'obtenir des estimations des paramètres plus précises et plus significatives du point de vue statistique.

Beaucoup de formes fonctionnelles ont été utilisées pour estimer les fonctions des coûts, mais dans les travaux économiques récents, l'on utilise presque toujours une forme translogarithmique, ou une généralisation de celle-ci. Cela fait correspondre le logarithme du coût total à la somme des logarithmes des divers produits et des prix des divers intrants, ainsi qu'aux produits croisés de tous ces termes. Ce genre de fonction comporte un grand nombre de paramètres à estimer, nombre qui croît d'ailleurs géométriquement en fonction du nombre de variables que comporte la relation. C'est d'ailleurs pour cela qu'il faut limiter le nombre de variables qui résume les produits d'une société ferroviaire. Malheureusement, ceux-ci sont polyvalents et sont par conséquent difficiles à résumer en deux ou trois variables relativement homogènes, comme les milles-tonne voyageurs et les milles-tonne de marchandises. Pour mieux rendre compte de l'hétérogénéité du produit, les auteurs d'études récentes ont fait entrer en ligne de compte des variables auxiliaires telles la longueur moyenne du parcours et la densité moyenne de la wagonnée, afin de modifier les diverses mesures de milles-tonne. Contrairement au reste de la fonction des coûts, ces variables n'ont pas été introduites à la lumière de la théorie économique; il s'agit plutôt simplement d'un rajustement de bon sens. L'on appelle généralement la fonction de coûts résultante une fonction de coûts hédonique.

L'étape suivante consiste à trouver les paramètres de la fonction des coûts. Il s'agit de réunir des données sur les dépenses et les sorties des sociétés ferroviaires, généralement en faisant un échantillonnage en coupes instantanées de sociétés distinctes, ou de divisions distinctes d'une société donnée. Les paramètres de la fonction des coûts et les fonctions de la demande dérivée sont limités pour traduire les contraintes que suppose la théorie économique. L'on applique alors une certaine forme d'analyse de

régression pour estimer les paramètres. Les résultats sont examinés pour voir s'ils sont significatifs du point de vue statistique et si les signes des paramètres correspondent à ce qui était attendu. Si les résultats ne sont pas satisfaisants, l'on pourra ajouter ou rejeter des variables, ou encore examiner les données en vue de rejeter les observations qui, d'une manière ou d'une autre, peuvent ne pas être représentatives. Il s'agit alors de répéter l'estimation.

2. Les méthodes statistique et économétrique de détermination des prix de revient

Les méthodes statistique et économétrique de détermination des prix de revient du transport ferroviaire se ressemblent sur certains points. Dans les deux cas, l'on se sert d'observations provenant d'un échantillonnage en coupes instantanées de sociétés ferroviaires ou de divisions d'une société, et l'on estime une relation fonctionnelle entre des mesures de dépenses et de production, en se servant d'une forme d'analyse de régression quelconque. Toutefois, les deux méthodes diffèrent sur cinq plans importants :

a) Les deux méthodes diffèrent quant au genre de questions examinées. Dans les études statistiques, l'on tente normalement d'estimer les coûts évitables (ou variables) d'un bloc de trafic, ou de tout le trafic d'une ligne ou d'un groupe de lignes, ou encore d'un type de trafic (marchandises, voyageurs). Ces coûts peuvent ensuite être utilisés dans des situations données, par exemple pour l'établissement des tarifs, la prise de décisions en matière d'investissement, l'établissement des subventions, etc. par la société ferroviaire, ses clients et concurrents, et l'État. Les études économétriques, par contre, portent sur des questions de principe générales, notamment celle de savoir s'il se fait des économies d'échelle ou d'envergure, s'il faut favoriser ou empêcher des fusions, si la réglementation est souhaitable ou non. Les études économétriques portent donc sur la structure des coûts globaux d'une société ferroviaire, plutôt que sur les coûts associés à des blocs de trafic donnés. Les questions sur lesquelles portent les études économétriques sont donc plus vastes et plus nébuleuses que celles qui font l'objet des études statistiques; c'est peut-être pour cette raison qu'elles aboutissent rarement à des constatations concluantes et que diverses études peuvent se contredire. Ces différences quant à l'objet des deux démarches expliquent les autres divergences qui existent entre les deux méthodes.

b) Dans les études économétriques, l'on analyse normalement la somme de toutes les dépenses en se servant d'une seule relation. Il est vrai que, si l'on applique la théorie de la dualité, il peut sembler que les équations expliquent des sous-composantes des dépenses. Toutefois, ces équations ont pour objet de représenter des demandes dérivées, et non pas des relations de coûts; elles ont pour objet unique de produire un plus grand degré de liberté par rapport à un nombre limité d'observations; elles ne constituent aucunement une tentative de désagréger les dépenses totales et de démontrer que différents genres de dépenses peuvent différer quant à leur comportement.

Comme nous l'avons signalé, l'hypothèse qui sous-tend la méthode économétrique est qu'il existe une fonction de production continue aux dérivés classiques, de sorte que le classement des dépenses en différents groupes importe peu. Il s'agit là d'une hypothèse forte, mais qui peut être nécessaire pour des études de la structure des coûts globaux d'une société ferroviaire. La méthode statistique, par contre, ne suppose pas une fonction de production classique, mais reconnaît plutôt que les services ferroviaires résultent d'une série d'activités distinctes et suit plus étroitement le modèle de l'analyse des activités, qui a pour objet de décomposer l'exploitation d'une entreprise en processus ou activités constituantes*. Le fait de reconnaître explicitement ces processus intermédiaires nous mène à l'autre différence qui existe entre les méthodes statistique et économétrique.

c) Dans les études économétriques, les dépenses sont liées directement aux produits finals, mesurés en milles-tonne et parfois décomposés encore plus en service-marchandises et service-voyageurs, ou encore selon le genre de marchandises. Comme nous l'avons déjà signalé, l'on peut aussi inclure diverses variables "hédoniques", telles la longueur moyenne du parcours ou la wagonnée moyenne, pour modifier les variables de production, mais leur utilisation ne repose sur aucun fondement théorique direct. Dans les études statistiques, par contre, l'on tente d'identifier les processus intermédiaires, exprimés en unités de travail, qui sont ensuite utilisés pour faire le lien entre le trafic acheminé, d'une part, et les dépenses consenties pour les intrants, comme la main-d'oeuvre, le carburant, les matériaux, etc., d'autre part. Dans la perspective économétrique, le chemin de fer est en somme considéré comme une boîte noire dans laquelle entrent à une extrémité des intrants et dont sortent à l'autre des milles-tonne (aussi décomposés que l'on peut le vouloir). Cette comparaison avec une boîte noire est valable si l'on suppose une fonction de production classique qui résume bien toute l'information au sujet des activités du chemin de fer. Dans la perspective statistique, par contre, l'on ouvre la boîte noire pour voir ce qui s'y passe à l'intérieur : parcours, aiguillage, activités aux gares-terminus, administration, etc.

d) La méthode économétrique fait largement appel à la théorie économique pour aider à préciser la fonction des coûts et, dans certains cas, pour préciser les fonctions de la demande dérivée des intrants, dans le but d'accroître la liberté de manoeuvre. La forme fonctionnelle choisie est souvent translogarithmique, que l'on sait être une approximation de second ordre pour une grande variété de fonctions classiques. Pour justifier l'utilisation, de cette manière, de la fonction translogarithmique, l'on se sert de l'hypothèse selon laquelle les activités ferroviaires peuvent être caractérisées par une fonction de production classique. L'on invoque en outre la théorie économique pour imposer des restrictions a priori aux paramètres de la fonction des coûts, pour veiller à ce que la fonction de production présente des caractéristiques telles l'homothéticité, la séparabilité, etc. Dans les études statistiques, par contre, l'on utilise généralement des équations linéaires, bien que l'on puisse utiliser des

---

* Voir par exemple R. DORFMAN, P. SAMUELSON et R. SOLOW, *Linear Programming and Economic Analysis* (McGraw-Hill, 1958).

formes fonctionnelles plus complexes si les données traduisent une absence de linéarité. De plus, les études statistiques imposent rarement sur les paramètres des contraintes a priori.

Les contraintes a priori qui sont imposées dans les études économétriques sont liées à l'objet de la fonction des coûts. Généralement, l'on s'intéresse aux caractéristiques globales de la fonction des coûts, comme l'existence d'économies d'échelle; l'on veut donc capter toute la gamme des activités d'une entreprise. De plus, l'on veut souvent vérifier du point de vue statistique des hypothèses quant à la structure des coûts, et il faut alors replacer les estimations de la fonction des coûts dans un contexte qui permet de faire ces vérifications. Les études statistiques, par contre, ont pour objet de mesurer les coûts évitables pour divers blocs de trafic, et non pas de vérifier des hypothèses. De plus, dans la mesure où les blocs de trafic en question constituent une proportion relativement petite de l'ensemble du trafic, une approximation linéaire de la forme fonctionnelle est probablement suffisante. C'est pourquoi les études statistiques n'ont pas besoin d'être aussi structurées que les études économétriques quant à leur utilisation des données disponibles; elles ne sont pas obligées de combler des lacunes prédéterminées dans un modèle théorique de l'entreprise choisi d'avance. Cela nous amène à la cinquième différence qui existe entre les deux méthodes.

e) Généralement, les études statistiques incluent, en tant que variables explicatives, des unités de travail liées au trafic, telles des milles-wagon, des minutes d'aiguillage par gare de triage, etc. ainsi que des variables liées à la configuration physique du chemin de fer, par exemple les milles de voie. Les études économétriques, par contre, excluent généralement les variables liées à l'infrastructure, comme les milles de voie, mais incluent les prix des intrants. La raison pour laquelle les études économétriques excluent les variables liées à l'infrastructure est qu'à long terme celles-ci sont censées se rajuster à un niveau optimal; elles devraient par conséquent être endogènes, compte tenu du niveau des produits et des prix des intrants, qui sont déjà inclus. Les études statistiques renferment des variables relatives à l'infrastructure, reconnaisant ainsi implicitement que les biens ferroviaires ont une très longue durée de service et que les données connues ne traduisent éventuellement pas l'optimisation à long terme. De plus, un des produits d'un réseau ferroviaire est la disponibilité d'une capacité en transport plus ou moins à la demande, indépendamment du trafic effectivement acheminé. Les milles de voie et les autres variables liées à l'infrastructure correspondent à cette caractéristique de transporteur public des sociétés ferroviaires et peuvent donc se substituer à un produit légitime, bien qu'intangible. Enfin, les prix des intrants n'apparaissent pas directement comme variables explicatives dans les études statistiques des relations de coûts. Cela est attribuable en partie au fait que ces fonctions de coûts sont estimées grâce à une analyse par coupes instantanées et que généralement les prix des intrants ne varient pas tellement à un point donné dans le temps.

Comme on peut le voir, la perspective économétrique peut être considérée comme une optique "macro", en ce qu'elle porte sur les activités ferroviaires en tant qu'une seule entité globale, tentant ainsi de déduire

son comportement "dans l'ensemble". La perspective statistique, par contre, peut être considérée comme étant "micro", en ce qu'elle sert à retracer les coûts grâce à une série d'étapes et pour divers blocs de trafic. Idéalement, il s'agirait de décomposer les coûts "économétriques" et de regrouper les coûts "statistiques" pour parvenir à un niveau intermédiaire où les deux seraient en correspondance. Dans la pratique, toutefois, cette réconciliation est peu probable étant donné les divergences entre les hypothèses qui sous-tendent les deux méthodes. Les analystes devront donc choisir l'une ou l'autre, en fonction des questions auxquelles ils veulent répondre.